



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“ESTUDIO DE LA LÍNEA DE MONTAJE DE CABINAS PARA GRÚAS Y ARMARIOS ELÉCTRICOS DE INDUSTRIAS METÁLICAS TERU”

Alumno:

Francisco Javier Veintemilla Erice

Tutor UPNA:

Fernando Hernández López

Tutor TERU:

Juan Carlos Ruiz

Pamplona, 25 de Junio de 2012

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	5
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	6
3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	6
3.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA	8
3.3. ACTIVIDAD Y PRODUCTOS QUE REALIZA	9
3.4. MERCADO	12
3.5. ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA EMPRESA	18
3.6. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	18
3.7. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE	18
3.8. PROYECTO DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD	19
4. DESARROLLO TEÓRICO	22
4.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	22
4.1.1. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	24
4.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ...	25
4.1.3. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	27
4.2. LÍNEAS DE MONTAJE	32
4.3. MEDIDA DE TIEMPOS	33
4.3.1. FIABILIDAD EN LA MEDIDA DE TIEMPOS	34
4.3.2. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE TIEMPOS	35
4.3.3. EL CRONOMETRAJE	35
4.3.4. SUPLEMENTOS	37
4.3.5. SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS	37
4.4. SMED	38
4.4.1. ¿PARA QUE SIRVE?	40
4.4.2. ¿COMO FUNCIONA?	41
4.4.3. ¿COMO SE APLICA?	41
4.4.4. IMPORTANCIA DE LAS 5S EN LA APLICACIÓN DEL SMED	42
5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	43
5.1. LAY-OUT ACTUAL	43
5.2. DIAGRAMA DEL PROCESO	49

5.3. ORGANIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MONTAJE	50
5.3.1. MODELOS DE CABINA ESTUDIADOS	50
5.3.2. OPERACIONES EN LA LÍNEA DE MONTAJE	52
5.3.3. HERRAMIENTAS Y PIEZAS DE LA LÍNEA	57
5.3.4. CONTROL DE INVENTARIOS	58
5.3.5. TIEMPOS DE MONTAJE	58
5.4. PROBLEMAS DETECTADOS	62
6. PROPUESTAS DE MEJORA	63
6.1. NUEVA ORGANIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MONTAJE	64
6.1.1. TIEMPOS DE MONTAJE	65
6.1.2. PREMONTAJES	70
6.1.3. OPERACIONES EN LA LÍNEA DE MONTAJE	71
6.1.4. HERRAMIENTAS Y PIEZAS DE LA LÍNEA	75
6.1.5. CONTROL DE INVENTARIOS	87
6.2. LAY-OUT PROPUESTO	92
6.3. ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS CABINAS	94
6.4. CÁLCULO DEL PERSONAL NECESARIO	99
6.4.1. SOLUCIÓN ADOPTADA	99
7. PRESUPUESTO	102
8. CONCLUSIONES	103
9. LÍNEAS DE FUTURO	105
10. BIBLIOGRAFÍA	107
11. ANEXOS	108

2. OBJETIVOS

Dada la tendencia de las empresas a mejorar en sus procesos productivos y de montaje, estas se ven obligadas a realizar una mejora continua de sus técnicas y procesos productivos para poder competir en el mercado y así obtener el beneficio esperado. Por ello estas empresas tienen que dedicar una parte de sus recursos a la realización de proyectos con los que puedan conseguir realizar un producto a un menor coste y así obtener un mayor beneficio.

He aquí la razón de la propuesta y posterior elaboración de este proyecto cuyos objetivos principales son los siguientes:

- Estudiar el estado actual de la línea de montaje de cabinas para grúas. Para ello será necesario anotar las diferentes piezas de cada modelo de cabina, las herramientas utilizadas, las operaciones de montaje, etc.
- Reorganizar la línea para su mejor uso.
- Equilibrar la línea de montaje intentando que cada estación tenga un tiempo de ciclo similar. Ligado a este objetivo está el redistribuir las distintas operaciones a realizar para el montaje de la cabina en cada puesto de la línea.
- Reducir la pérdida de tiempo al cambiar de modelo.
- Llevar a cabo un control de los inventarios para saber en cada momento el material del que se dispone y la necesidad de realizar pedidos a los proveedores.
- Optimizar en la medida de lo posible dicha línea utilizando el número de operarios y utillaje mínimo necesarios, así como el mínimo volumen de stock necesario.

Para la ejecución de estos objetivos se analizará el proceso de montaje que se está utilizando actualmente, teniendo presente las operaciones que se realizan antes de este montaje con las que se tendrá una visión global del proceso productivo. Se estudiarán las diferentes etapas del montaje, los tiempos, la distribución de la línea de montaje en la planta, el flujo de material y otra serie de características que puedan ser importantes para la elaboración del proyecto y, por lo tanto, el cumplimiento de estos objetivos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. es una empresa situada en la localidad de Funes (Navarra), cuya actividad consiste en la fabricación de armarios metálicos, cabinas, conjuntos y piecerio en general, todos ellos en acero (acero no aleado y acero inoxidable), mediante procesos de corte por láser, punzonado, plegado, soldadura y pintura. Los sectores a los que van destinados los productos son fundamentalmente el sector de frío industrial, eólico, fotovoltaico, eléctrico, mobiliario metálico, construcción, obra pública, y máquinas de autoservicio (vending).

3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El origen de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU se remonta al año 1952, donde nace como sociedad unipersonal, para posteriormente, en 1989, adoptar la forma jurídica de Sociedad Anónima. El capital de la empresa, desde sus inicios y en la actualidad, es totalmente nacional y privado.

El cambio de sociedad unipersonal a sociedad anónima es debido fundamentalmente al desarrollo industrial de la zona geográfica en la que se sitúa la empresa (en el entorno se encuentran empresas tales como Azkoyen Industrial, Azkoyen Hostelería, Jofemar o Dynamobel), y por ello la actividad principal de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU deriva hacia la fabricación de componentes metálicos para el sector de la construcción, frío industrial, mobiliario, máquinas de autoservicio (vending) y en general toda clase de elementos metálicos fabricados con chapa fina (de 1 a 6 mm de espesor). Esta nueva estrategia de empresa implica importantes inversiones en equipamiento, así como la adquisición de nuevos locales y un incremento importante de la plantilla fija. Estos locales se utilizan para las actividades de mecanizado de chapa y pintura de chapa.

Más adelante, los gestores de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. decidieron integrar las actividades de mecanizado de chapa y pintura de chapa que desarrollaban en dos ubicaciones distintas dentro de la misma localidad de Peralta. En concreto, el primero de esos cometidos que se acaba de mencionar se llevaba a cabo en una instalación del polígono "El Escopar", por un lado. Mientras, los trabajos de pintado en chapa se ejecutaban en una nave industrial situada en la avenida de Funes, por el otro. En el año 2008, para mejorar la productividad y la rentabilidad de ambos procesos, la dirección de TERU decidió unirlos en un único centro productivo situado en una parcela de más de siete mil metros cuadrados en la vecina Funes.

Este proyecto de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. en Funes, por lo tanto, estableció un complejo que ocupa una superficie útil total de seis mil quinientos noventa y cinco metros cuadrados repartidos en cinco naves distintas. Los pabellones tienen unas dimensiones de ochenta y cinco metros de largo por setenta y siete de

ancho. En su interior se realizan la fabricación de cabinas metálicas para vehículos industriales, armarios metálicos, bastidores de mobiliario, bancadas para maquinaria y piezas destinadas a máquinas vending, etc.

A la hora de realizar este proyecto y para cumplir su programa productivo, la dirección de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. estimó que necesitaría como materia prima una cantidad anual de novecientos setenta mil kilogramos de chapa de acero laminado así como de trescientos diez mil kilos de chapa de acero inoxidable, entre otros materiales. Toda esta cantidad de suministro es manejada, en la actualidad, por las treinta y siete personas que componen la plantilla profesional de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. y que están repartidos como se observa en al siguiente tabla.

ÁREA	Nº DE PERSONAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN	3
CORTE POR LASER	3
PUNZONADO	5
PLEGADO	6
SOLDADURA	9
MONTAJES	4
PINTURA	5
I+D+PLANIFICACION	2

La zona de producción propiamente dicha se completa, por último, con un módulo anexo que está destinado a acoger las labores de administración y oficinas de la empresa.

En cuanto a la actividad prevista, el proceso se inicia con el mecanizado de la chapa que incluye las fases de corte, punzonado, plegado y soldadura. A partir de ahí, las piezas resultantes se someten a un proceso de tratamiento superficial y pintado antes de quedar almacenadas para su distribución final. Junto a esta actividad principal, los dueños de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. también implantaron una línea automática robotizada especializada en el pintado de cabinas de vehículos industriales.

3.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. se encuentra situada en el término municipal de Funes (Navarra). Más concretamente, en el polígono industrial San Colombar, parcela 5.2. En la siguiente imagen se puede ver un mapa con su localización exacta.



El polígono de “San Colombar”, en Funes, fue un proyecto de iniciativa municipal que ocupa una superficie total de cincuenta mil metros cuadrados de suelo. Su puesta en marcha, el año 2006, ha facilitado la instalación de empresas como Servichap que se levanta sobre una parcela de veintisiete mil metros de superficie; Peymo Peralta que adquirió otro solar de diez mil metros o Autobuses Olloqui que, tal y como adelantó Nueva Gestión, centralizó su actividad en la parcela de siete mil metros que compró en este área industrial. Junto a ellos se sitúa INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A.



3.3. ACTIVIDAD Y PRODUCTOS QUE REALIZA

La actividad principal de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. se dirige hacia la fabricación de componentes metálicos para el sector de la construcción, frío industrial, mobiliario, máquinas de autoservicio (vending) y en general toda clase de elementos metálicos fabricados con chapa fina.

A continuación se indican los principales productos y actividades que realiza la empresa.

- ✓ Corte en dos y tres dimensiones mediante sistema Láser (láser de CO₂ y láser de diodos) (espesores de corte de 1 a 20 mm).
- ✓ Punzonado de piezas por control numérico.
- ✓ Curvado de tubos de gran sección por control numérico.
- ✓ Plegado de piezas por control numérico.
- ✓ Ensamblado de conjuntos mediante soldadura con alguno o varios de los siguientes procesos:
 - LÁSER
 - TIG
 - GMAW
 - Soldadura por resistencia
- ✓ Desengrase, pasivado, lavado y pintado de piezas y conjuntos mediante sistema automatizado de pintura en polvo.
- ✓ Pintado de piezas no fabricadas por INDUSTRIAS METÁLICAS TERU.

De entre los productos que actualmente fabrica INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. caben destacar los armarios y las cabinas para equipos de construcción (grúas y otros tipos de maquinaria de obra pública) puesto que se trata de un **producto propio** de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A., el cual es diseñado, desarrollado y fabricado enteramente por la empresa. Estos son los productos en los cuales se centrará el presente proyecto, por lo tanto, se explicarán más en profundidad a continuación.

En cuanto a las cabinas para grúas, esta empresa las fabrica para tres clientes que son Comansa, Liebherr y Lebrero. Las dos primeras son empresas que fabrican grúas de construcción y la última es una empresa que fabrica maquinaria de obra pública.

Para el cliente Comansa se fabrican cuatro modelos distintos de cabinas, los tres primeros son muy parecidos y, exteriormente, solo cambian en sus dimensiones, y el cuarto se diferencia del resto en que tiene el techo de cristal. Estos modelos son:

- 11NT: es el modelo más básico y el más pequeño.



- 11LC: este modelo es un poco más completo y algo más ancho que el anterior.



- 11LC XL: es el modelo más grande, es igual de ancho que el anterior pero más largo.

- LCL: este modelo es como el 11LC pero con el techo de cristal.



Para el cliente Liebherr se fabrican tres modelos de cabinas para sus grúas, el modelo antiguo, el estándar y el confort.

- Antiguo: como su nombre indica este modelo este es el primer modelo de cabina que se fabricó para Liebherr y que debido a la crisis, ahora se sigue fabricando. Es el modelo más sencillo para este cliente, además el acceso a esta cabina se realiza por una trampilla situada en el techo.



- Estándar: este modelo se diferencia del anterior en que su estructura es más moderna y su acceso al interior se realiza por una puerta trasera.
- Confort: la estructura de este modelo es la misma que la anterior pero se diferencia del estándar en que esta cabina lleva doble acristalado para un mejor aislamiento contra el frío, ya que este tipo de cabinas suelen ir a destinos fríos, aunque siempre hay excepciones.



Para el cliente Lebrero se fabrican tres modelos de cabinas para máquinas compactadoras de carretera. Estos modelos son el X3, el K3 y el Canopy. Este último a su vez se divide en dos que son X3 y K3.

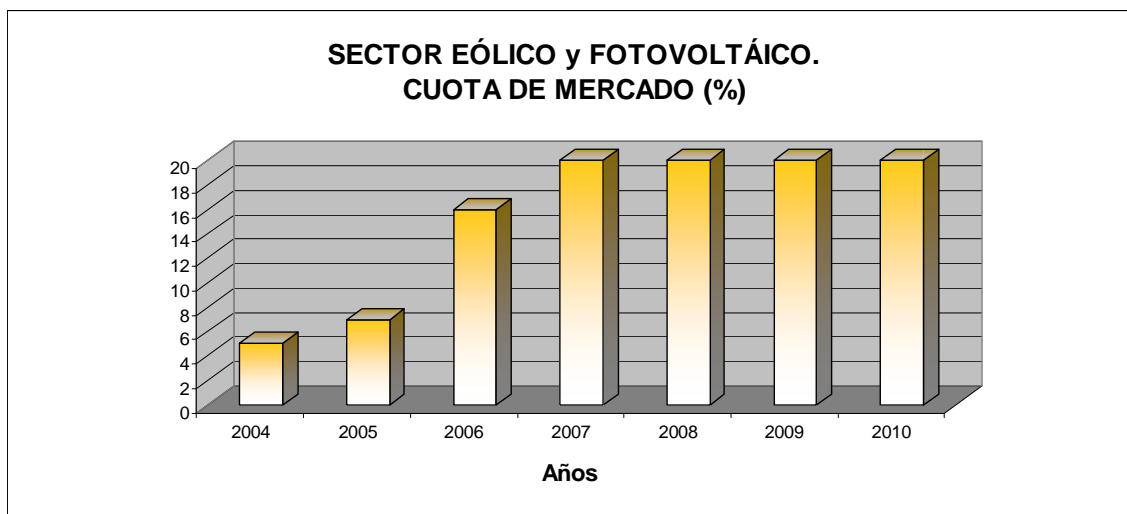
Además de las cabinas, TERU fabrica los componentes metálicos de los armarios eléctricos para Ingeteam. La idea de este proyecto era incluirlos en el análisis junto con las cabinas pero, debido a la falta de tiempo y a que no se ha podido ver fabricar ninguno, no han sido estudiados finalmente.

3.4. MERCADO

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU es una empresa dedicada al diseño, fabricación y pintado de piecerío metálico para diversos sectores de actividad como son:

- ✓ Armarios metálicos para cuadros eléctricos de los sectores eólico y fotovoltaico.
- ✓ Componentes diversos para mobiliario de oficina.
- ✓ Componentes para sector del frío industrial.
- ✓ Armarios y cabinas para grúas y maquinaria de obra pública.
- ✓ Componentes para máquinas de vending.
- ✓ Componentes para carretillas elevadoras.
- ✓ Componentes diversos para el sector electrodoméstico.
- ✓ Prototipos de piezas de nuestros clientes.

A continuación, en los gráficos siguientes, se muestra el volumen de mercado actual de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU en los principales sectores de actividad en que trabaja.

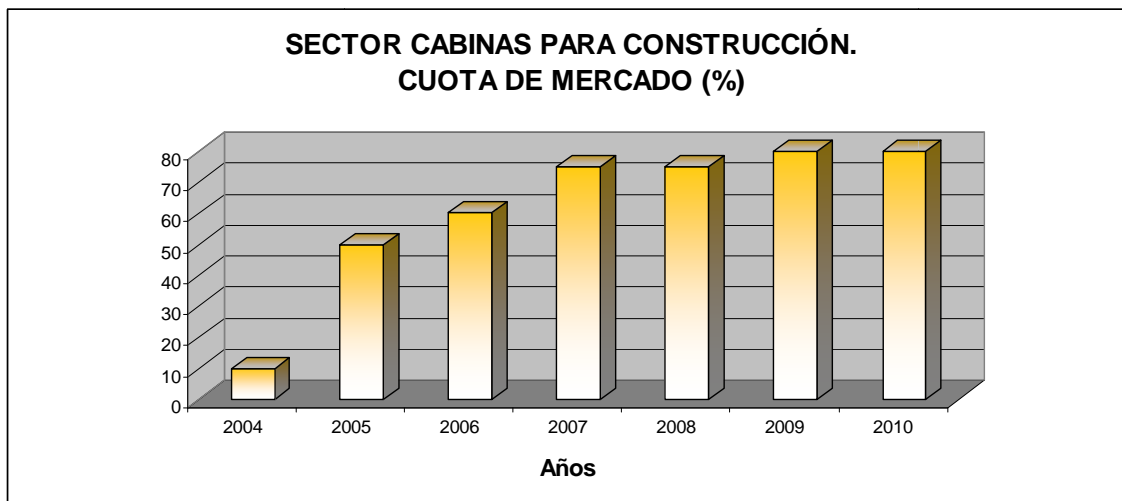


A lo largo del siglo XX la demanda de energía mundial ha ido aumentando en gran manera, siendo necesaria la continua búsqueda de nuevas fuentes de energía para abastecerla.

Sin embargo, a finales de siglo se hizo evidente que el ritmo de explotación de recursos para abastecer las necesidades de energía comenzaban a sobrepasar notablemente el ritmo que el medioambiente era capaz de soportar.

Fue entonces cuando comenzó un movimiento de concienciación que buscaba lo que se decidió llamar “desarrollo sostenible”. Esta política buscaba avanzar hacia un modelo de desarrollo que no perjudicara al medioambiente y que fuera capaz de soportar la demanda global.

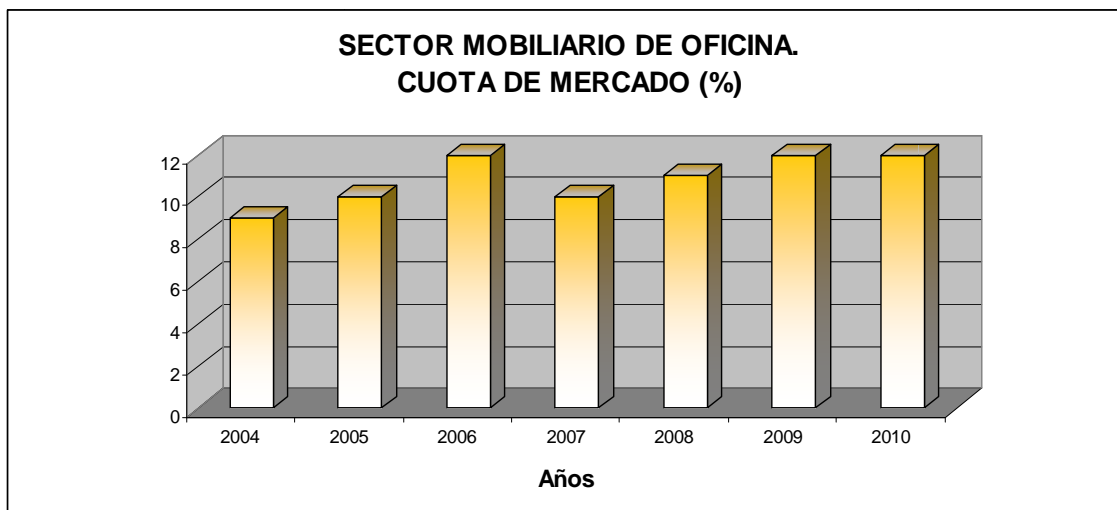
Por esta razón, y como se observa en el gráfico, el sector eólico y fotovoltaico ha estado en auge estos últimos años también propiciado por la concienciación social de un uso de energías limpias y poco contaminantes.



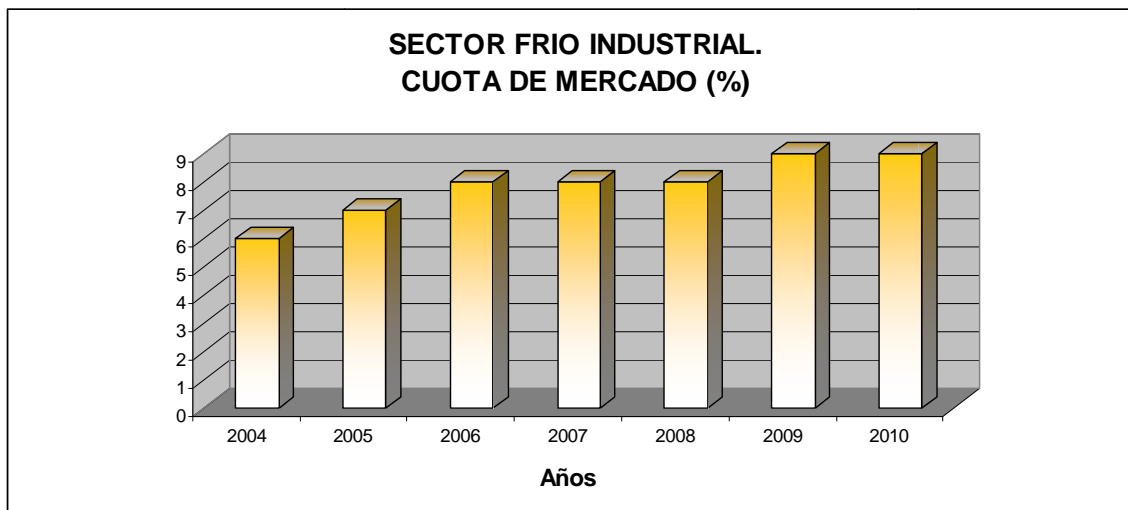
Como se observa en el gráfico, en el sector de cabinas para la construcción esta empresa se ha estado llevando alrededor de un 80% de la cuota de mercado en los últimos 4 años.

Sin embargo, en estos últimos años, a pesar de tener una elevada cuota de mercado, las ventas de estas cabinas se han reducido notablemente debido a la crisis económica que vive el país y a la ruptura de la burbuja inmobiliaria que afectó a muchos sectores pero en especial al de la construcción.

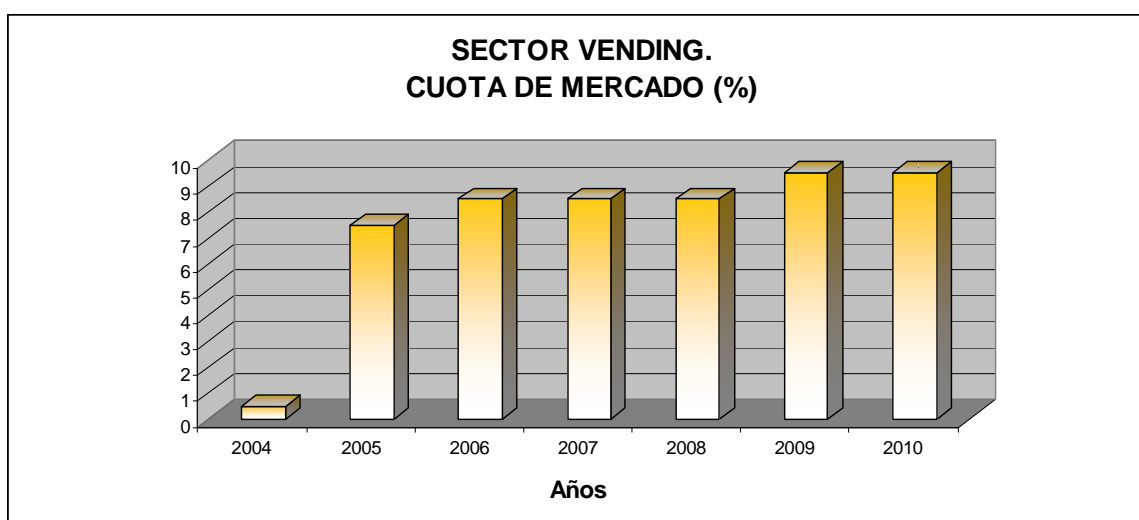
Por lo tanto, si no se construye, no se fabrican grúas, y si no se fabrican grúas tampoco se fabrican cabinas.



En este gráfico vemos como en el sector del mobiliario de oficina esta empresa se encuentra entre el 8% y el 12% de cuota de mercado entre el periodo de 2004 a 2010. Se observa que tienen una cuota de mercado constante en ese periodo.



En cuanto al sector del frío industrial, en el gráfico se observa un leve crecimiento en la cuota de mercado desde el año 2004 en el que tienen algo menos del 6% hasta el 2010 donde tienen casi un 9%.



En este gráfico se observa que INDUSTRIAS METÁLICAS TERU entró en el sector del vending en el año 2004 consiguiendo muy poco mercado. Sin embargo, a partir del año siguiente y los posteriores se ha logrado mantener entre un 8% y un 10% de cuota de mercado.

Este mercado, al cual se está continuamente haciendo referencia, lo componen una variada selección de empresas bastante conocidas. Los principales clientes con los que se cuenta actualmente son:

- ✓ AZKOYEN
- ✓ INGETEAM

- ✓ KOXKA
- ✓ COMANSA
- ✓ LIEBHERR
- ✓ QUALITY EXPRESSO S.A.
- ✓ DYNAMOBEL
- ✓ JOFEMAR

Actualmente, INDUSTRIAS METÁLICAS TERU no exporta, se dedica al mercado nacional, aunque en un futuro no se descarta la posibilidad de vender sus productos al exterior.

Este tipo de empresas dedicadas a la fabricación de conjuntos en chapa fina suelen ser una PYME de 30-50 trabajadores, generalmente creadas a partir del crecimiento de sociedades de 1 a 3 trabajadores, de capital nacional y privado, y con un único accionista o un accionista muy mayoritario.

El nivel tecnológico de la mayoría de estas empresas puede valorarse como bajo ya que, si bien en general se dispone de equipos adecuados, se trata de equipos estándar y en gran medida ya obsoletos.

Puntos débiles de la competencia:

- ✓ El personal es en general poco especializado, tanto a nivel de Dirección como de desarrollo técnico.
- ✓ Dado que en su gran mayoría estas empresas han evolucionado desde sociedades de una a tres personas, se observan importantes carencias en la parte directiva y técnica. En muchos casos el cliente es quien guía técnicamente a estas empresas.
- ✓ Poca diversificación de clientes, ya que concentran toda su fabricación en pocos clientes.
- ✓ No disponen de productos o desarrollos propios, sino que se apoyan constantemente en lo que el cliente indica.

- ✓ Prácticamente nula existencia de clientes en áreas alejadas 60-70 km de la ubicación de cada empresa, es decir, la mayoría de sus clientes están muy cerca de las plantas de producción.
- ✓ Nula o casi nula inversión en innovación de procesos.

Puntos fuertes de la competencia:

- ✓ Como punto fuerte de nuestros competidores está la adaptación y flexibilidad ante los requisitos del cliente, especialmente en lo relativo a asumir cargas puntuales de trabajo.
- ✓ Agilidad en el plazo de entrega, derivada en parte de la cercanía geográfica de los clientes.

Las diferencias más significativas de INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. frente a sus competidores radican en varios aspectos:

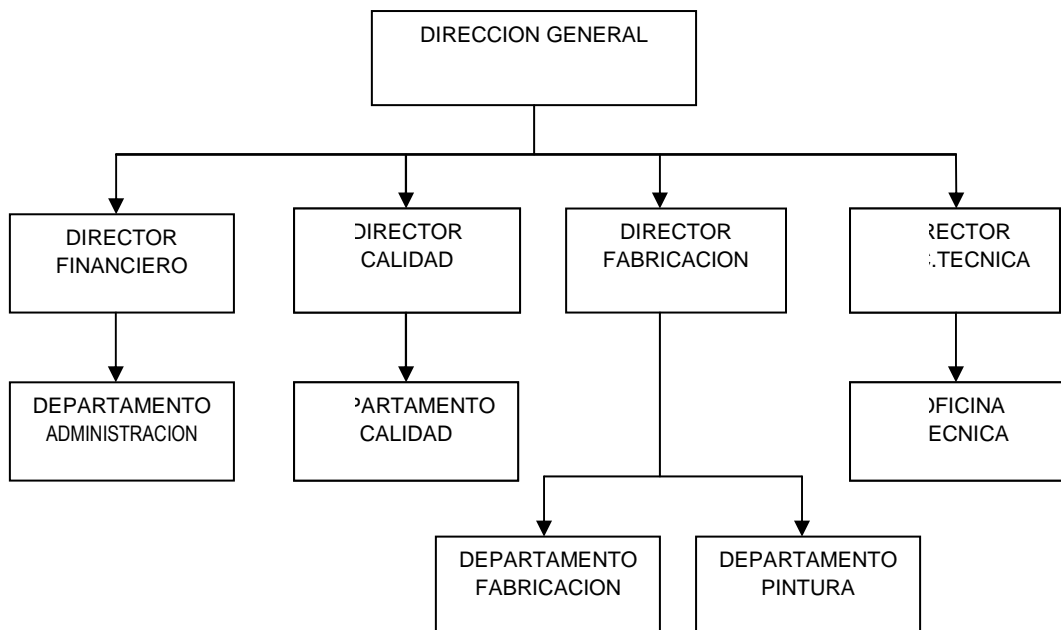
- ✓ mayor diversificación de clientes y sectores de actividad.
- ✓ mayor diversificación de productos.
- ✓ existencia de productos propios (armarios y cabinas para construcción y obra pública).
- ✓ capacidad de realizar el diseño y desarrollo de nuevos procesos y productos conjuntamente con el cliente.
- ✓ inversión continuada en medios de fabricación y tecnologías de última generación con el fin de satisfacer los requisitos y necesidades de los clientes.

Debido a esto INDUSTRIAS METÁLICAS TERU es una empresa suficientemente competitiva en un mercado tan convulso como el que ahora tenemos, el cual está soportando una crisis económica bastante importante.

Mediante la capacidad de diseñar y desarrollar nuevos productos y procesos, la fabricación de productos propios y la búsqueda de nuevos clientes y sectores de actividad, esta empresa consigue mantenerse viva en un mercado tan competitivo y en unos tiempos tan difíciles para las empresas.

3.5. ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA EMPRESA

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. presenta la siguiente estructura organizativa:



3.6. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El crecimiento de la compañía y la necesidad de modernización y de unión de las dos plantas han llevado a la empresa a trasladarse a unas nuevas instalaciones. Estas instalaciones, situadas en el polígono industrial San Colombar, forman un complejo que consta de cinco naves unidas.

Este complejo está organizado en diferentes zonas, como son, la zona de oficinas, la de corte, la de punzonado y plegado, la de soldadura, la de repasado y pulido, la de pintura y la de montaje. Además dispone de almacenes para cada zona distribuidos por toda la planta.

3.7. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. se encuentra en este momento elaborando e implantando un Sistema de Gestión integrado de calidad y medio ambiente, estando prevista la certificación del mismo para el último trimestre de este año.

En este sentido cabe destacar que la empresa fue una de las primeras en Navarra que se concienció con la importancia de la calidad y está certificada en ISO 9001 desde el año 1998.

La calidad, basada en un sistema ISO 9001, sigue siendo un elemento estratégico de primer orden. Se promueve la participación activa de todas las personas y se trabaja en la consecución de la mejora continua.

3.8. PROYECTO DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

INDUSTRIAS METÁLICAS TERU S.A. se encuentra inmersa en un proyecto que consiste en definir, elaborar e implantar un sistema de planificación de la producción. El presente proyecto que se está realizando comprende una parte de este otro proyecto de planificación de la producción.

- Objetivos del proyecto:

El objetivo general del proyecto es, a través de planificar la producción, **mejorar la productividad de TERU y el servicio que proporciona a sus clientes.** Como objetivos parciales, cabe contemplar:

- Reducción de costes de fabricación.
- Reducción de plazos de entrega.
- Reducción de stock.
- Mejora en la utilización de los medios productivos.

- Medidas o actuaciones previstas:

- ✓ Captura de datos.
 - Actualmente se dispone de un sistema manual de recogida de información, lo que supone que la actividad es molesta y farragosa. En tanto en cuanto no se implemente la recogida electrónica de datos, se debe continuar con la recogida manual incluso incrementándola con algún dato ahora inexistente.
- ✓ Análisis de datos.
 - Todos los datos recogidos hasta ahora y en el futuro inmediato deben ser analizados ya que son la base para la definición de las acciones a tomar.

- ✓ Definición del método de planificación.
 - Tras el análisis de los datos se procederá a definir el método de planificación de la producción a implementar. Dicho método estará orientado hacia la filosofía TPS (Toyota Production System) y su evolución a los sistemas JIT.
- ✓ Implantación del nuevo método.
 - De forma gradual se procederá a implantar el nuevo método definido tomando, si procede, aquellas acciones correctivas que resulten necesarias.
 - El nuevo método precisará, de forma ineludible, de una captura automatizada de datos, para lo cual se instalarán equipos informáticos con pantallas táctiles y lectores de código de barras para que se registren de forma automática la práctica totalidad de los siguientes datos:
 - Tiempos de preparación de máquina.
 - Tiempos de producción.
 - Tiempos de operario.
 - Consumo de materia prima.
 - Controles de calidad.
- ✓ Evaluación y seguimiento del método.

- Metodologías y técnicas a aplicar:

Para su desarrollo, el proyecto, se basará en la filosofía TPS (Toyota Production System) y su evolución a los sistemas JIT.

Dichos sistemas se basan en la **eliminación sistemática del desperdicio**, entendiendo como tal: *"cualquier cosa distinta de la cantidad mínima de equipamiento, materiales, partes, espacio y tiempo, que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto"*.

Para ello es preciso actuar en todas las áreas que afectan al proceso productivo:

- ✓ Incorporación de productos.
- ✓ Relación con los clientes.
- ✓ Planificación y Programación de la Producción.
- ✓ Compras.
- ✓ Almacenes.

- ✓ Logística interna.
- ✓ Fabricación.
- ✓ Mantenimiento.

Dentro de esta filosofía, es esencial la participación de todas las personas que intervienen en las áreas mencionadas. El objetivo final es que cada una de ellas tenga la capacidad y los medios para actuar con autonomía.

- Ámbitos de la empresa implicados:

Dada la dimensión y estructura de la empresa, todas las áreas se van a ver implicadas en el proyecto en mayor o menor medida, si bien, las dos que van a ostentar una mayor intervención serán producción y oficina técnica.

4. DESARROLLO TEÓRICO

4.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La planificación de la distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. Un centro de actividad económica es cualquier entidad que ocupe espacio: una persona o grupo de personas, la ventanilla de un cajero, una máquina, un banco de trabajo o una estación de trabajo, un departamento, una escalera o un pasillo, etc.

La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo. Antes de tomar decisiones sobre la distribución en planta es conveniente responder a cuatro preguntas:

- *¿Qué centros deberán incluirse en la distribución?* Los centros con los que se consiga maximizar la productividad. Por ejemplo, tener un área central de almacenamiento de herramientas es más eficaz para ciertos procesos, sin embargo, guardar las herramientas en cada una de las estaciones de trabajo resulta más sensato para otros procesos.
- *¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro?* Cuando el espacio es insuficiente, es posible que se reduzca la productividad, se prive a los empleados de un espacio propio e incluso se generen riesgos para la salud y la seguridad. Por otro lado, el espacio excesivo puede reducir la productividad y provocar un aislamiento innecesario de los empleados.
- *¿Cómo se debe configurar el espacio de cada centro?* La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran un centro de trabajo están relacionados entre sí. Por ejemplo, la colocación de un escritorio y una silla en relación con otros muebles está determinada tanto por el tamaño y la forma de la sala, como por las actividades que en ella se desarrollan. Además, como parte de las decisiones sobre la configuración de la distribución se debe considerar la meta de proveer un ambiente agradable en la sala en cuestión.
- *¿Dónde debe localizarse cada centro?* La localización puede afectar notablemente a la productividad. Por ejemplo, los empleados que deben interactuar con frecuencia unos con otros en persona deben trabajar en una ubicación central, y no en lugares separados y distantes, ya que de ese modo se reduce la pérdida de tiempo que implicaría el hecho de desplazarse de un lado a otro.

El proceso empieza manejando unidades agregadas o departamentos, y posteriormente, haciendo la distribución interna de cada uno de ellos. A medida que se incrementa el grado de detalle se facilita la detección de inconvenientes que no fueron

percibidos con anterioridad, de forma que la concepción primitiva puede variarse a través de un mecanismo de realimentación.

Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece y/o ha de adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. La frecuencia de esta redistribución dependerá de las exigencias del propio proceso. Los motivos que justifican esta última se deben, con frecuencia, a tres tipos básicos de cambios:

- En el volumen de producción, que puede requerir un mayor aprovechamiento del espacio.
- En la tecnología y en los procesos, que pueden motivar un cambio en los recorridos de materiales y personas, así como en la disposición relativa de equipos e instalaciones.
- En el producto, que puede necesitar modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.

Algunos de los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio disponible.
- Acumulación excesiva de materiales en el proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Mala utilización de la mano de obra, por ejemplo, trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Mala comunicación e interacción entre los propios trabajadores, con la dirección y con los clientes.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

Al abordar el problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, se aprecia cómo la distribución en planta, lejos de ser una ciencia, es más bien un arte en el que la pericia y experiencia juegan un papel fundamental.

Todas las técnicas son muy simples, puesto que su única utilidad es servir de soporte al verdadero ejecutor que es el ingeniero que desarrolla la distribución. Sin embargo, es conveniente conocer las técnicas porque ayudan a tener una base de argumentación y defensa de nuestra decisión.

4.1.1. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las operaciones de almacenaje, manipulación y aprovisionamiento de piezas, mercancías, etc., y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- Unidad. Con este objetivo se pretende que no haya una sensación de pertenencia a unidades distintas, si no que todo y todos actúen como una unidad.

- Circulación mínima. El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- Seguridad. La seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad. Se trata de la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán a corto y medio plazo en el volumen y en el proceso de producción.

4.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Para realizar una buena distribución es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. Estos factores pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación.

1. Los materiales

Son factores fundamentales a considerar el tamaño, la forma, el volumen, el peso y las características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que se tiene en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja.

Por último, habrán de tenerse en cuenta la secuencia y orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención a la variedad y cantidad de los ítems a producir.

2. La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar.

En lo que se refiere a la maquinaria, se habrá de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos y utillaje. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el

personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

3. La mano de obra

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc.

De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar. De nuevo surge aquí la estrecha relación del tema que nos ocupa con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.

4. El movimiento

En relación con este factor, hay que tener presente que las manutenciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

5. Las esperas

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene.

Ahora bien, el material en espera no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), para lo cual es importante que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera.

6. Los servicios auxiliares

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares).

Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

7. El edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción.

8. Los cambios

Uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es, por tanto, irremediable la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que hemos enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello, habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas.

La flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.

4.1.3. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Es evidente que la forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. De acuerdo con ello, y en función de las configuraciones estudiadas anteriormente, suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta: las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto. Además existen otras distribuciones, denominadas distribuciones híbridas, que son una combinación de las anteriores.

1. Distribución por producto

La distribución en planta por producto es la que organiza los elementos en una línea de acuerdo con la secuencia de operaciones que hay que realizar para llevar a cabo la elaboración de un producto concreto. Se utiliza cuando la producción está organizada de forma continua o repetitiva, siendo el caso más característico el de las cadenas de montaje.

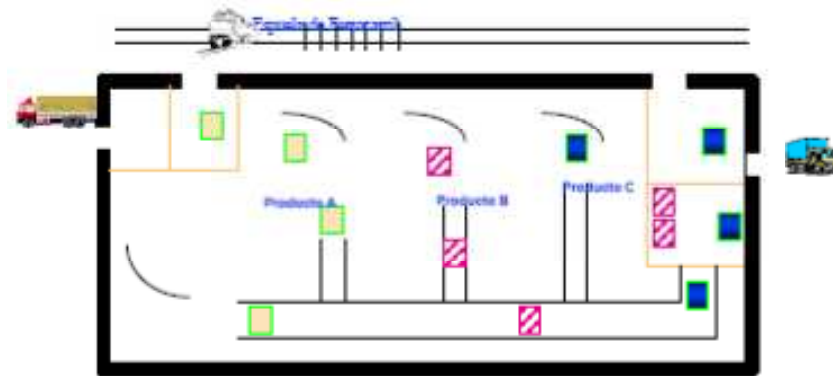


Figura 1. Esquema de distribución por producto

Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea, en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sufre las operaciones necesarias. Esta distribución se emplea en el caso de que exista una elevada demanda de uno o más productos más o menos normalizados.

Las ventajas más importantes que se pueden citar de la distribución por producto son:

- Menos manipulación de materiales debido a que la distancia a la siguiente operación es más corta gracias a una serie de máquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes.
- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- Tiempo total de producción menor. Se evitan las demoras entre máquinas.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre éstas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.

- Control de producción muy simplificado. El control visual reemplaza a gran parte del trabajo de papeleo. Menos impresos y registros utilizados. El control se realiza a la entrada a la línea de producción y a su salida.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo.

En cuanto a los inconvenientes se pueden citar:

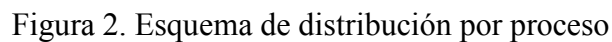
- Elevada inversión en máquinas debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción.
- Ausencia de flexibilidad en el proceso (un simple cambio en el producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones).
- Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.
- Trabajos muy monótonos.

Esta distribución se recomienda cuando la variedad de los productos que se fabrican sea pequeña, cuando difícilmente varía el diseño del producto y cuando la demanda es constante y se tienen altos volúmenes de producción.

2. Distribución por proceso

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres.

En ellas, los distintos productos o piezas tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres.



- Sistemas de control de producción mucho más complicados y falta de un control visual.
- Se necesitan más instrucciones y entrenamiento para acoplar a los operarios a sus respectivas tareas.

La distribución por proceso se recomienda cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente, cuando se fabrican productos similares pero no idénticos y cuando se tiene una demanda pequeña pero intermitente.

3. Distribución en posición fija

La distribución en planta en posición fija se adopta cuando el producto elaborado es demasiado frágil, voluminoso o pesado para moverse. Es típica de las configuraciones por proyecto.

Esta distribución inmoviliza el producto en un lugar y, en consecuencia, las máquinas y operarios se tienen que trasladar a ese sitio para llevar a cabo los pasos apropiados en el proceso de transformación. Se trata de un tipo especial de producción que está relacionada con proyectos específicos: puentes, barcos, edificios, etc.

Algunas ventajas que podemos encontrar en la distribución en posición fija son:

- Se reduce la manipulación de la unidad principal de montaje y se incrementa la manipulación o transporte de piezas al punto de montaje.
- La responsabilidad de la calidad se fija sobre una persona debido a que los operarios son altamente especializados.
- Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos.

Algunos de los inconvenientes son:

- Ocupación de gran espacio.
- Manutención de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje.
- Complejo para utilizar con equipos difíciles de mover.

4. Distribuciones híbridas

Las distribuciones híbridas intentan combinar los tres tipos de distribuciones que acabamos de explicar para aprovechar las ventajas que ofrecen cada uno de ellos. Así podemos observar que existen tres tipos de distribuciones híbridas que son: la distribución celular, los sistemas de fabricación flexible y las cadenas de montaje de varios modelos.

La *distribución celular* consiste en la agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems. La fabricación celular busca poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y de las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas.

Los *sistemas de fabricación flexible* representan el intento de diseñar fábricas que sean capaces de funcionar permanentemente de forma automatizada, sin necesidad de la intervención de operadores humanos. Por sistema de fabricación flexible se entiende un grupo de máquinas-herramientas de control numérico enlazadas entre sí mediante un sistema de transporte de piezas común y un sistema de control centralizado. Para cada pieza a fabricar, se dispone de programas de piezas comprobados y memorizados en una estación de datos central.

Las *cadenas de montaje de varios modelos* son un intento de superar las limitaciones de las cadenas de montaje clásicas, que se centraban en la elaboración de un único tipo de producto. Las características de este tipo de distribución son: el equilibrado de los puestos de trabajo para los distintos productos, la mano de obra flexible y la línea en forma de U para que los operarios puedan ayudarse unos a otros más rápidamente.

4.2. LÍNEAS DE MONTAJE

Las líneas de montaje fueron introducidas, en la era industrial, por Eli Whitney quien inventó el sistema de manufactura americano en 1799, usando ideas de la división del trabajo y tolerancia en ingeniería, para crear ensamblados de partes de una manera repetitiva. Sin embargo, la idea de líneas de montaje no era nueva, ésta fue desarrollada en Venecia cientos de años antes, en donde los barcos eran producidos en masa usando partes pre-manufacturadas: el Arsenal de Venecia producía cerca de un barco por día en lo que podría considerarse la primera línea de manufactura del mundo. En 1913, Henry Ford instaló la primera línea de montaje móvil con la idea de disminuir costos y permitir la producción masiva.

En una línea de montaje un conjunto de piezas son agregadas de manera predefinida para crear un determinado producto (final o intermedio). Para llevar a cabo el proceso de montaje se dispone de cierto número de estaciones, se consideran un grupo de especificaciones que relacionan las tareas (relaciones de precedencia, incompatibilidad o afinidad entre tareas, y relación de paralelismo), y se contempla un tiempo para procesar las tareas en cada estación.

A continuación se definen algunos conceptos que definen y caracterizan a las líneas de montaje.

- Tarea: es una unidad de trabajo indivisible j que tiene asociado un tiempo de proceso t_j . El trabajo total requerido para manufacturar un producto en una línea se divide en un conjunto de n tareas $V = \{1, \dots, j, \dots, n\}$.
- Relaciones de precedencia: están definidas por las restricciones sobre el orden en el cual las operaciones pueden ser ejecutadas en la línea de montaje. De esta forma, una tarea no puede procesarse hasta que no se hayan procesado todas las que le preceden de forma inmediata. Los diagramas de precedencias se usan para representar las relaciones de precedencia.
- Estación: es la parte k de la línea de montaje en donde se ejecutan las tareas; pueden estar compuestas por un operador (humano o robotizado), cierto tipo de maquinaria y equipos o mecanismos de proceso especializados.
- Tiempo de ciclo: c es el tiempo disponible en cada estación para completar las tareas asignadas para una unidad de producto. Puede ser el tiempo máximo o el tiempo promedio disponible para cada ciclo de trabajo.
- Carga de trabajo: es el conjunto S_k de tareas asignadas a la estación k .
- Tiempo de cada estación: es la suma de los tiempos de todas las tareas asignadas a una estación:
- Tiempo de estación libre: es la diferencia entre el tiempo ciclo y el tiempo de estación:

4.3. MEDIDA DE TIEMPOS

La medida de tiempos se puede definir como la técnica que se emplea para determinar el tiempo normal de una operación. Más concretamente, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución.

La medida de tiempos es importante para realizar trabajos como los siguientes:

- Comparar la eficacia de varios métodos de producción.
- Dimensionado de equipos.
- Equilibrado de cadenas de montaje (reparto de trabajo).
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.

- Información básica para confeccionar el programa de producción, determinación de plazos de entrega.
- Cálculo de costes para confeccionar los presupuestos de ofertas, determinación de precios de venta...
- Medida de la actividad de los operarios para determinar los niveles retributivos y, en ocasiones, el cálculo de incentivos.

En general, puede asegurarse que no existe ninguna faceta de la gestión de la empresa que pueda prescindir de una correcta determinación de los tiempos de ejecución de las distintas operaciones que en ella se realizan.

4.3.1. FIABILIDAD EN LA MEDIDA DE TIEMPOS

Para obtener una adecuada fiabilidad en la medida de tiempos son indispensables dos condiciones:

- Estudiar operarios representativos del conjunto, en condiciones de trabajo representativas de la situación normal.

En general, los analistas de tiempos prefieren medir los tiempos de los mejores operarios, pues es más difícil de juzgar la actuación de operarios no suficientemente hábiles. Esto puede ser perjudicial para la aceptación de los valores resultantes por parte del personal.

Por otra parte, el analista deberá asegurarse de que las condiciones de trabajo, equipo y piezas utilizadas sean representativas de la situación normal y que no se han introducido elementos distorsionadores de la realidad cotidiana.

- Medición del número de operaciones.

El número de operaciones medidas para determinar el tiempo de ejecución afecta directamente a la fiabilidad y a la precisión de los valores obtenidos. No obstante, el aumento innecesario del número de observaciones aumenta el costo del estudio.

4.3.2. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE TIEMPOS

Se pueden clasificar en:

- Métodos de observación directa
 - Observación discontinua del trabajo (Muestreo del trabajo o “Work Sampling”).
 - Observación continua durante un cierto número de ciclos (Cronometraje).
- Sistemas de tiempos predeterminados

Se limitan a registrar los gestos necesarios para realizar las operaciones sin proceder a medida alguna de tiempos. A partir de las tablas en las que se dan los tiempos de ejecución de cada gesto, según el tipo del mismo y ciertas características, se obtienen los tiempos totales para cada operación. Algunos ejemplos son: “M.T.M”, “WORK-FACTOR”, “T.P.B.” (de Bedaux)... .

4.3.3. EL CRONOMETRAJE

El cronometraje es el sistema más utilizado para la determinación del contenido de trabajo de una operación, llamado así por ser el cronómetro el instrumento básico para la medida de los tiempos en este sistema.

Las etapas a seguir en todo el cronometraje son las siguientes:

- Obtener y registrar toda la información posible acerca del trabajo, el operario, y las condiciones que pueden influir en su ejecución:
 - Información para hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite (nombre del estudio, nombre del analista, fecha,...).
 - Información para identificar con exactitud el producto o pieza que se elabora (nombre, referencia de la pieza, material, gestión de calidad).
 - Información para identificar con exactitud el proceso, método, instalación o máquina (departamento, descripción, instalación o máquina, croquis del puesto de trabajo, herramientas, plantillas utilizadas, parámetros de funcionamiento de la máquina,...).
 - Información para identificar al operario.
 - Condiciones físicas del trabajo.
- Comprobación del método: ver si es el más adecuado, si se adapta a lo estipulado en el estudio de métodos previo.

- Descomposición del trabajo a medir en operaciones elementales. Hay algunas reglas generales para delimitar correctamente las operaciones elementales:
 - Deben ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos.
 - Deben ser todo lo breves que sea posible.
 - Deben separarse los elementos manuales de los mecánicos o automáticos.
 - Deben separarse los elementos constantes de los variables.
 - Deben separarse los elementos repetitivos de los casuales.

- Medición del tiempo con un instrumento adecuado:

Tradicionalmente, el medio para medir el tiempo era el cronómetro, existiendo gran variedad de ellos. En la actualidad, el cronómetro está cayendo en desuso, dando paso a pequeños ordenadores o calculadoras programables.

- Evaluación del ritmo o actividad.

Cada anotación del tiempo de ejecución de una operación elemental viene acompañada por una valoración de la actividad del operario durante aquella operación. La actividad es el resultado de la eficacia, habilidad y rapidez de la ejecución de movimientos durante la operación. Para evaluar la actividad se compara con el concepto de actividad normal.

La actividad normal corresponde a la desarrollada por un hombre de 1,68 m. de estatura que con pasos de 75 cm. anda sin carga, por suelo llano y sin obstáculos, en condiciones de ambiente normales (18°C), a una velocidad de 1,25 m/seg o 4,5 km/h.

Para establecer una escala numérica que permita cifrar la evaluación de la actividad es necesario definir otro nivel de actividad, la actividad óptima, y asignar valores numéricos a las dos actividades, creando así una escala.

Estudios realizados sobre poblaciones muy variadas y numerosas permiten relacionar los dos valores de actividad, de la siguiente forma:

$$\text{Actividad óptima} = 1,33 \times \text{Actividad normal}$$

Existen diversas escalas de actividad, las más usadas son:

A. Normal	A. Óptima
75	100
100	133
60	80

- Determinación del tiempo normal.

Para determinar el tiempo normal de cada operación elemental es preciso realizar el llamado “escrutinio”. Esto puede hacerse de forma gráfica o analítica. Se basa en la característica común a todas las escalas de actividad de que:

$$\text{Tiempo} \times \text{actividad} = \text{constante (cte.)}$$

Si se calculan dichos productos y se divide por el número de observaciones (se obtiene la media aritmética), tendremos la cte. buscada.

De la relación: $T_N \times A_N = \text{constante}$, donde A_N = actividad normal y T_N = tiempo normal, tiempo necesario para efectuar una operación trabajando a una actividad normal.

— — — — —

4.3.4. SUPLEMENTOS

Al hacer la medición de tiempos, aunque el método ideado para la realización del trabajo concreto sea el más económico, práctico y eficaz, la tarea exige un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos de tiempo para compensar la fatiga y descansar.

Debe preverse también un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales. Además pueden existir otro tipo de suplementos.

4.3.5. SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

En la empresa se necesita muy a menudo disponer de los tiempos de ejecución de las operaciones antes de que estas se implanten en producción. Fundamentalmente, para dar datos de coste de mano de obra de cara a confeccionar presupuestos de costes

de producto, para la implantación de métodos nuevos o para la mejora de métodos existentes, proyectos de utillaje,...

Por ello es importante la utilización de sistemas de tiempos predeterminados. Entre los sistemas existentes se destacan:

- Comparación con cronometrajes ya existentes: es el más “burdo” pero el más rápido y dependiendo de la precisión que se exija es más útil.
- Determinación de leyes de valores: hay numerosos casos de trabajos en los que los tiempos de ejecución varían en función de uno o más parámetros, pudiendo establecerse el valor en función de una determinada ley que regula dicha relación.
- M.T.M. (“Methods Time Measurement”): es un sistema muy refinado de tiempos predeterminados muy empleado en USA.

Es un procedimiento que analiza todos los movimientos base que deben ejecutarse para la realización de una operación manual, y asigna a cada movimiento elemental, un tiempo estándar determinado, que depende de la naturaleza del movimiento y de las condiciones en que se desarrolla. Se trata de un método bastante sofisticado que requiere un buen adiestramiento por parte del que lo va a ejecutar.

Para determinar los tiempos de las operaciones se clasifican los distintos gestos necesarios para llevarlos a cabo en los siguientes tipos: alcanzar mover, girar, movimiento de manivela, aplicar presión, coger, soltar, posicionar, desalojar, movimiento de ojos, movimiento de cuerpo, etc.

4.4. SMED

Para las empresas que quieren incrementar su flexibilidad y al mismo tiempo disminuir sus niveles de stock resulta crítico reducir al mínimo los tiempos tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones.

Esta necesidad viene a su vez insertada dentro de la filosofía de reducción de tiempo o máxima velocidad, que hoy todo lo invade, desde la capacidad de rápida atención, a la reducción de tiempos de respuesta, menores plazos desde la investigación y diseño hasta el inicio de la producción y puesta del producto en el mercado, y la reducción en los plazos de elaboración. El tiempo vale oro, y cada día ello toma mayor importancia tanto desde el punto de vista de la satisfacción del cliente, como desde los costos y de la capacidad competitiva de la empresa.

Eliminar el concepto de lote de fabricación reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales, esta es en esencia la filosofía SMED. Hoy se apuesta no sólo a reducir al mínimo los tiempos de preparación, sino también los tiempos de reparación y mantenimiento.

SMED se traduce como Single-minute Exchange of Die (literalmente, “cambio de utillajes en minutos de un solo dígito”), es decir, que las operaciones de cambio deben hacerse en menos de 10 minutos. Esta técnica fue desarrollada por Shigeo Shingo en la década de los años 50 en Japón.

A finales de la década de los 50 Toyota tardaba más de cuatro horas en cambiar de modelo en una prensa de estampación de 800 toneladas, cuando su equivalente en Volkswagen requería de tan sólo dos horas. El ingeniero Shigeo Shingo ante una actividad de investigación asignada por el directivo de Toyota, Sr. Ohno, (destinado a afianzar y hacer factible el Sistema de Producción Just in Time, con el claro y preciso objetivo de reducir los tiempos de espera y los niveles de inventarios tanto de productos en proceso, como de productos terminados), procede a desarrollar un sistema que permitió reducir el tiempo antes indicado a tan sólo tres minutos.

Se había dado inicio a la implantación del SMED, superando de tal forma uno de los mayores obstáculos que en aquel momento tenía Toyota para implantar la producción “justo a tiempo”, sistema que se haría famoso en el mundo entero como Sistema de Producción Toyota (TPS).

Cuando una empresa ha trabajado en la reducción del tiempo de preparación de una máquina concreta durante varios años, comprueba que es posible reducir radicalmente el tiempo de cambio de varias decenas de horas, a menos de diez. Más tarde y para la misma máquina, se pueden lograr tiempos de decenas de minutos. Un poco más adelante se puede hablar de tiempos de cambio de menos de diez minutos.

Aunque existen un gran número de técnicas destinadas al incremento o mejora de la productividad, la reducción en los tiempos de preparación merece especial atención y es importante por tres motivos:

- Cuando el tiempo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria, eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.
- Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de herramientas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones.
- Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas funcionan siete días a la semana, 24 horas al día, una opción para tener

más capacidad, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Una de las ventajas más importantes de reducir los tiempos de preparación a cifras de un sólo dígito, es que la empresa puede pasar de trabajar contra almacén a fabricar bajo pedido. Dado que para algunas fábricas la inversión en el inventario de producto acabado es el mayor activo, su conversión en efectivo puede servir para financiar otras inversiones o reducir deudas.

Cabe mencionar que actualmente tal filosofía de trabajo ya no sólo se aplica en los cambios de herramientas y preparación de máquinas y equipos, sino también en la preparación y puesta a punto de quirófanos, preparación de embarques aéreos, atención de automóviles Fórmula Uno y de otras actividades vinculadas a los servicios.

4.4.1. ¿PARA QUE SIRVE?

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices,... no están en condiciones de funcionamiento.
- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

4.4.2. ¿CÓMO FUNCIONA?

Para ello Shigeo Shingo en 1950 descubrió que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en la prensa de 800 toneladas:

- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones Externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

4.4.3. ¿CÓMO SE APLICA?

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

- Etapas preliminares:

Lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
 - Análisis con cronómetro.
 - Entrevistas con operarios.
 - Grabar en vídeo.
 - Mostrarlo después a los trabajadores.
 - Sacar fotografías.

- Primera etapa: separar las tareas internas y externas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

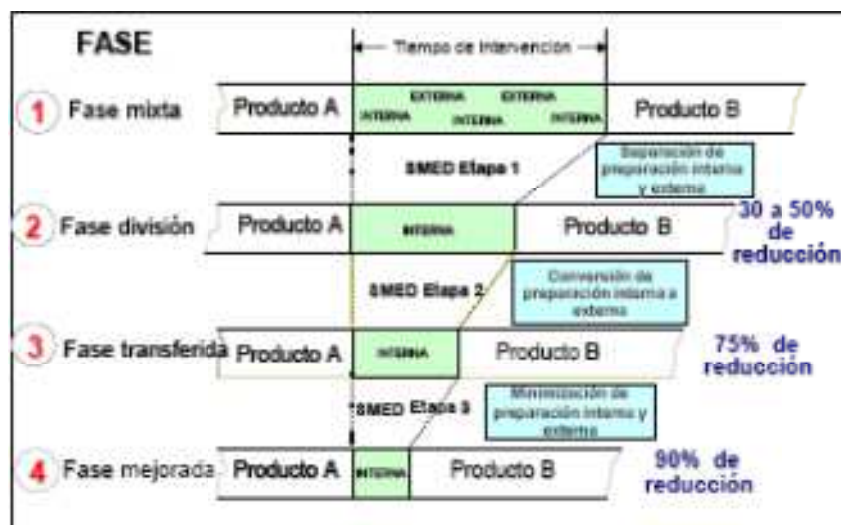
- Segunda etapa: convertir tareas internas en externas.

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas.

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

En la siguiente imagen se puede observar una visión general del sistema SMED.



4.4.4. IMPORTANCIA DE LAS 5S EN LA APLICACIÓN DEL SMED

Las actividades de Organización-Orden-Limpieza-Estandarización y Disciplina son esenciales y fundamentales para una correcta y óptima puesta en funcionamiento del sistema SMED.

El poder encontrar rápidamente las herramientas, el disponer de todos los equipos y lugar de trabajo en estado de limpieza, y el disponer de elementos visuales que permitan el mejor ajuste, son beneficios que trae consigo la aplicación sistemática de las Cinco “S”.

5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este punto del proyecto se tratará de conocer y analizar la situación actual de la empresa en cuanto a como está organizada, las diferentes zonas que la componen, los distintos problemas que se puedan detectar, etc. Por este motivo este apartado está organizado en tres subapartados bien diferenciados.

En el primero se mostrará la distribución en planta de la empresa, observando más en profundidad la línea de montaje de cabinas. En el segundo se describirá la organización de dicha línea de montaje, analizando las distintas estaciones y la ordenación de las piezas y herramientas necesarias. En el tercer y último apartado se comentarán los principales problemas detectados para posteriormente intentar solucionarlos.

5.1. LAY-OUT ACTUAL

En este apartado se va a describir la distribución en planta de esta empresa. Para ello se va a utilizar una serie de planos en los que se observarán las distintas zonas en las que está repartida la fábrica y, más concretamente, la línea de montaje a estudio. Además se mostrarán las fases por las que pasará la cabina desde su inicio, cuando no es más que chapas y tubos, hasta su final, cuando la cabina ya esta lista para su uso.

A continuación se indican los distintos planos que incluye este documento y con los que se explicará el lay-out de esta empresa. En ellos se muestran la distribución general de la fábrica, el desplazamiento de la cabina desde su inicio hasta su final y, por último, la línea de montaje de cabinas que va a ser estudiada. Estos planos son respectivamente:

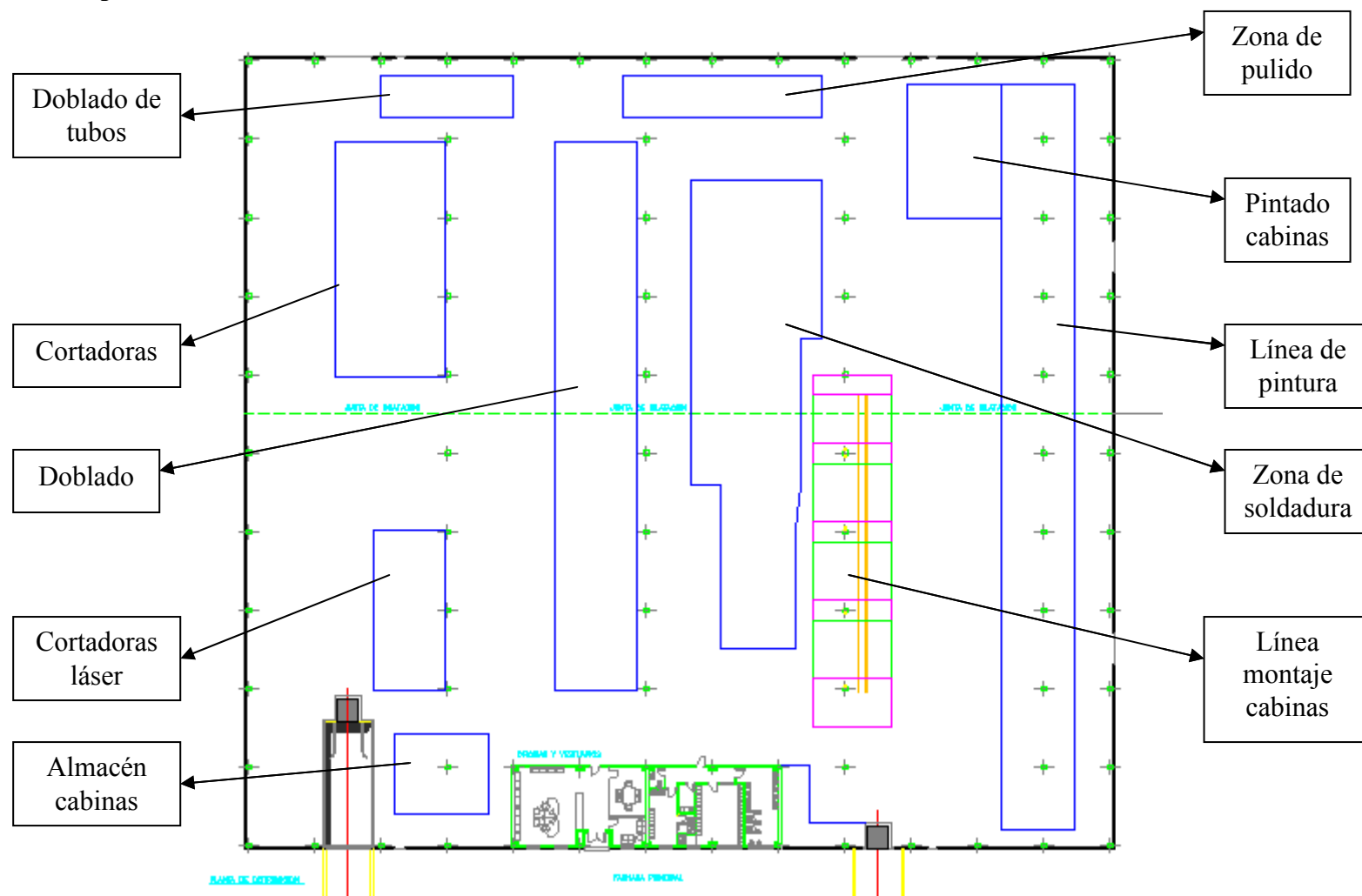
- ✓ Plano general de la planta.
- ✓ Plano del movimiento de la cabina.
- ✓ Plano de la línea de montaje de cabinas.

En la siguiente imagen se observa el plano general de la planta en el que se aprecian las distintas zonas, marcadas de azul, de las que consta la empresa. En el resto de la planta que no está marcada se colocan almacenes intermedios de las diferentes zonas. Estos almacenes pueden contener materias primas, a la espera de ser procesadas, productos en curso, esperando para pasar al siguiente proceso, productos terminados, los cuales, posteriormente, se embalarán y serán trasladados a su destino, o productos rechazados, los cuales se estudiará si se pueden reparar o no.

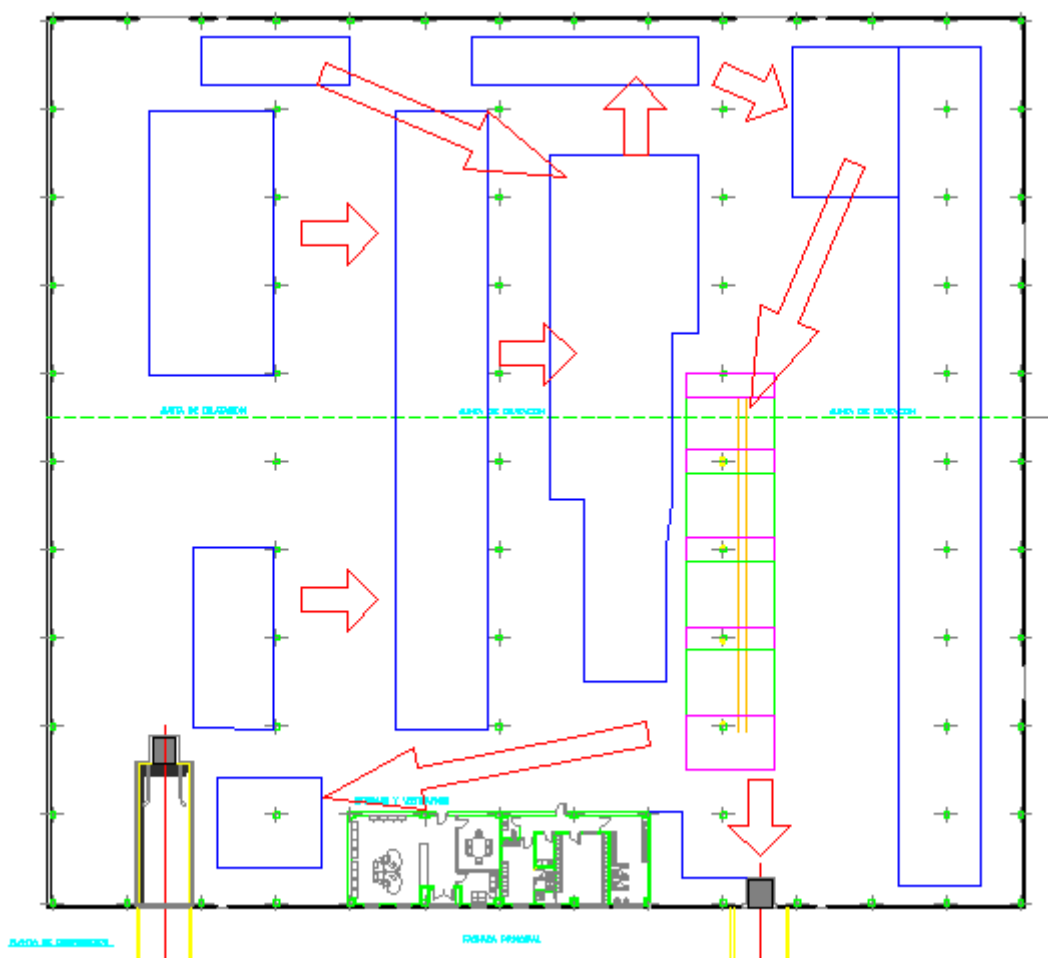
Para el caso de las cabinas existe un almacén situado al lado de las cortadoras láser donde se trasladan las cabinas ya terminadas y que están a la espera de ser recogidas por el cliente que las ha pedido. También existe otro almacén relacionado con

las cabinas situado al lado de la línea de montaje de estas y en el que se almacenan algunas de las piezas que más tarde serán usadas en dicha línea.

Plano general de la planta.



A continuación se muestra el plano del movimiento de la cabina por la planta:



En este plano se observa el recorrido que realiza la cabina desde que es un conjunto de chapas y tubos hasta que se convierte en una cabina lista para ser utilizada. Con esto se pretende dar una visión general de cómo funciona la fábrica para que el presente proyecto, que tiene como objeto el estudio de la línea de montaje de cabinas para grúas, pueda ubicarse en un contexto.

El proceso comienza en las cortadoras normales y láser, donde se recortan las distintas chapas, y en la zona de doblado de tubos, donde se obtendrán los tubos que, junto con las chapas, formarán la estructura básica de la cabina.

Tras este primer proceso, las chapas se llevan a la zona de doblado. Aquí se pliegan obteniendo distintas formas y ángulos de doblado. Más tarde son trasladadas junto con los tubos doblados a la zona de soldadura. En esta zona se sueldan las chapas y los tubos ya doblados formando así la estructura básica de la cabina.

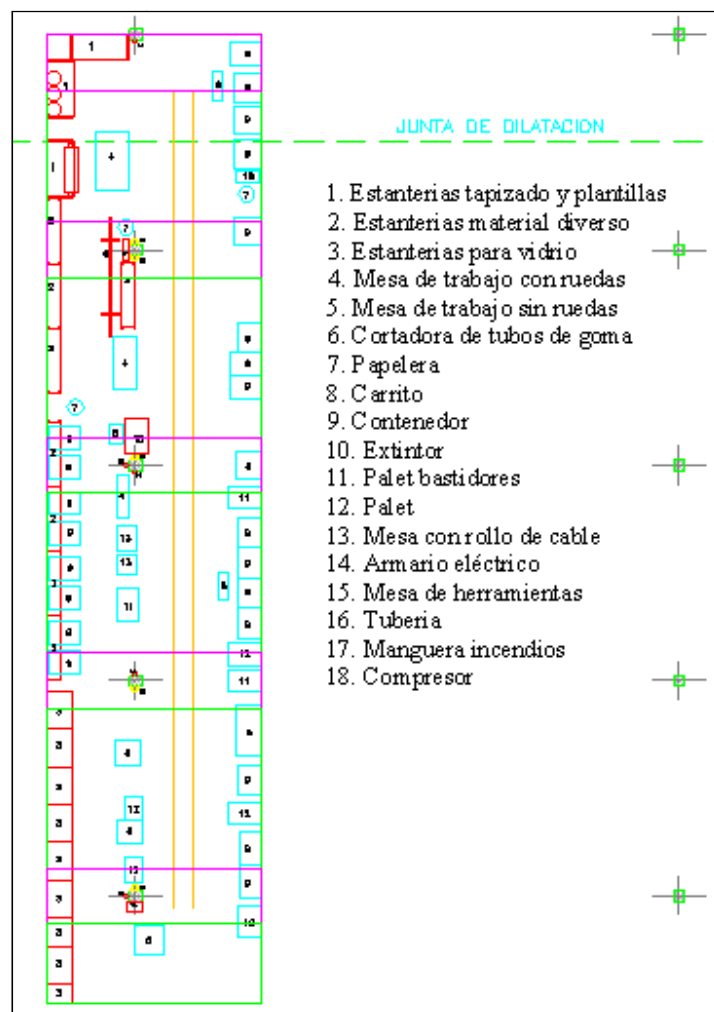
La siguiente zona por donde pasa la cabina es la zona de pulido. Como su propio nombre indica, en este lugar se pulen las soldaduras realizadas en la zona anterior obteniendo unas uniones entre las piezas casi perfectas. Además en esta zona se arreglan los posibles fallos que se hayan podido cometer en las zonas anteriores.

Cuando la estructura de la cabina ya está perfectamente pulida y sin fallos se procede a pintarla. Este proceso consiste en darle una primera capa de una imprimación para que la pintura se adhiera mejor a la estructura y, posteriormente, se le aplica un par de capas de pintura y se seca en un horno. Con este último proceso se tiene la estructura de la cabina totalmente acabada.

Después de acabar la estructura de la cabina se procede a colocar todo tipo de complementos en ella, para que el operario que gobierne la grúa donde irá colocada la cabina, tenga unas condiciones óptimas de trabajo. Esta operación se realiza en la línea de montaje que será explicada en profundidad más adelante.

Tras este proceso y con la cabina ya terminada pueden ocurrir dos situaciones, que la cabina, nada más ser terminada sea recogida por el transportista y llevada a su lugar de destino, o que la cabina sea almacenada para su posterior traslado en un futuro.

En este proyecto se va a estudiar la línea de montaje por lo que es conveniente hacerse una idea de la situación actual de dicha línea. Para ello se dispondrá de la siguiente imagen y su posterior explicación.



En esta imagen se observa como está distribuida la línea de montaje de cabinas. Esta línea consta de 5 estaciones, marcadas en verde, y 5 zonas de espera, marcadas en morado. Las estaciones son las zonas donde los operarios colocan las piezas correspondientes a esa estación en la cabina, mientras que las zonas de espera, como su propio nombre indica, son las zonas donde una cabina espera a que la siguiente estación se desocupe para poder avanzar.

También en la figura se puede ver que a lo largo de toda la línea hay multitud de elementos de color rojo y azul. Estos colores se utilizan para distinguir los elementos que son fijos, que no se pueden mover (color rojo), de los que sí se pueden mover (color azul). Con estos colores se quiere conseguir que con un golpe de vista se observen todos los elementos que podrían cambiar de posición y así poder obtener mayor espacio en la línea organizando dichos elementos.

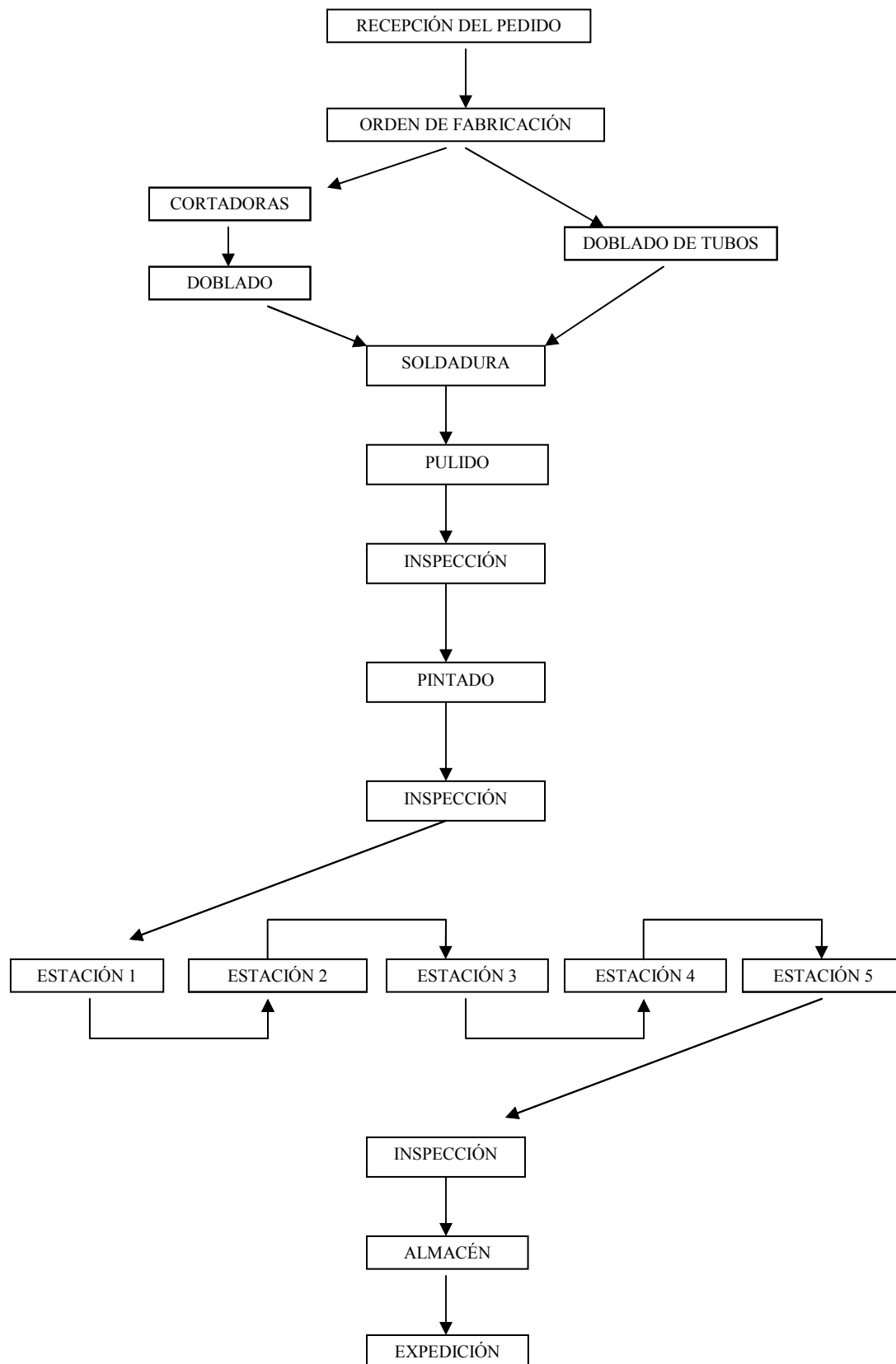
Los elementos mencionados en el párrafo anterior son contenedores, carritos, mesas, estanterías, etc. Estos elementos vienen detallados en la leyenda que aparece en la imagen y están ordenados con un número del 1 al 18. De esta forma, los números colocados encima de cada elemento indican el elemento que es. Por ejemplo, el número tres que está colocado en varios elementos de la esquina inferior izquierda de la imagen corresponde a estanterías para vidrio y es un elemento fijo.

Por último comentar que las cabinas se trasladan a lo largo de la línea mediante unas guías colocadas en el suelo en forma de rail. Por esta razón, la cabina se coloca sobre una plataforma con ruedas, y esta a su vez sobre los raíles, para que pueda ser movida por los operarios entre las diferentes estaciones.

Tras este análisis se puede concluir que la distribución que se tiene para el montaje de cabinas es una distribución híbrida, ya que se trata de una cadena de montaje para varios modelos de cabinas, y no una distribución por producto, en la que única y exclusivamente se realiza un tipo de producto.

Los planos mostrados con anterioridad pueden ser consultados con más detalle en el anexo llamado “Planos”.

5.2. DIAGRAMA DEL PROCESO



5.3. ORGANIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MONTAJE

En este apartado se va a explicar como está organizada la línea de montaje de cabinas. Para ello se realizará una descripción de las diferentes estaciones que componen la línea, se observarán los tiempos de montaje de las cabinas a estudio y se comentará el estado del inventario existente en la empresa.

5.3.1. MODELOS DE CABINA ESTUDIADOS

Como se ha comentado en la descripción de la empresa, los clientes a los que INDUSTRIAS METÁLICAS TERU proporciona cabinas son tres: Comansa, Liebherr y Lebrero. Además a cada cliente se le suministran diferentes modelos, anteriormente mencionados.

Como consecuencia de la diversidad de modelos fabricados y el poco tiempo que se ha tenido para estudiarlos, en el presente proyecto se analizarán los modelos de cabina 11NT y 11LC, con y sin aire acondicionado, del cliente Comansa, en total cuatro modelos.

A pesar de estos inconvenientes, también se han obtenido datos de los tres modelos de cabinas del cliente Liebherr que si procede se incluirán en los anexos de este proyecto.

Así pues los modelos estudiados son 11NT y 11LC. Estos modelos, al proceder del mismo cliente, tienen una mayoría de características comunes y otras pocas que diferencian los dos modelos. Estas características comunes o generales son:

- ✓ Aislamiento térmico y acústico.
- ✓ Visión total de la carga y del área de trabajo.
- ✓ Estructura ampliamente dimensionada.
- ✓ Entrada por la parte trasera.
- ✓ Cristales tintados y calefacción de serie.
- ✓ Rápida instalación: conexiones rápidas por conectores.
- ✓ Limpiaparabrisas instalable y cambiable desde el interior de la cabina.
- ✓ Extintor, posavasos y guarda planos de serie.
- ✓ Aire acondicionado, como opción.

Estas son las características básicas que llevan los dos modelos de cabinas. La cabina 11NT es la más simple y con las características anteriores ya estaría terminada.

La cabina 11LC es más completa y además de la lista anterior, también incluye los siguientes elementos para hacerla más confortable:

- ✓ Radio RDS.
- ✓ Reproductor CDs / MP3.
- ✓ Conector para MP3 externo.
- ✓ Altavoz.

Además de estas características, estas cabinas se diferencian porque tienen dimensiones distintas, por lo tanto, con un simple vistazo se puede saber de que modelo se trata. Las dimensiones son las siguientes:

	DIMENSIONES (mm)		
CABINA	Largo	Alto	Ancho
11NT	1700	2100	1100
11LC	1700	2100	1400

En esta tabla se puede observar que la única dimensión que difiere de una cabina a otra es la anchura de esta. Así el modelo 11LC es más espacioso y confortable que el 11NT y, además, gracias a esta mayor anchura es posible colocarle todos los extras antes mencionados.

Las siguientes imágenes hacen referencia a la diferencia de anchura comentada en la tabla anterior. En ellas se puede observar los dos modelos de cabina a estudiar, a la izquierda una cabina 11LC y a la derecha una cabina 11NT.



5.3.2. PROCESOS DE LA LÍNEA DE MONTAJE

Una vez vistos los modelos de cabina que se van a analizar, el siguiente paso es conocer las distintas operaciones que se realizan en la línea en la actualidad. Para ello se comentan las operaciones de montaje estación por estación y se acompañan con una imagen de dicha estación.

➤ Estación 1:



Operaciones de montaje para las cabinas 11NT y 11LC:

1. Verificar y retocar la pintura con masilla.
2. Limpiar el polvo.
3. Cortar el tapizado cabina según plantilla.
4. Tapizar cabina.
5. Colocar goma F175 en el marco de la ventana y en el marco de la puerta.
6. Cortar tapizado puerta.
7. Tapizar puerta.
8. Colocar puerta.

En esta primera estación se puede observar como los dos modelos de cabinas coinciden en sus operaciones de montaje. En el siguiente puesto esto no sucede así, ya que en esta estación se añaden más complementos a un modelo que a otro, por lo tanto se separarán las operaciones de montaje de un modelo y otro.

➤ Estación 2:



Operaciones de montaje para la cabina 11NT:

1. Colocar la visera.
2. Colocar la tapa trampilla del hueco del aire acondicionado (para modelos sin aire acondicionado).
3. Preparar la instalación de agua.
4. Colocar la instalación de agua.
5. Preparar instalación eléctrica.
6. Colocar instalación eléctrica.
7. Montar la barra de luz.
8. Montar la cantimplora.
9. Montar los motores limpia, conectarlos y aislarlos con cinta termorretráctil.
10. Colocar chapas z silentblock.

Operaciones de montaje para la cabina 11LC:

1. Colocar la visera.
2. Colocar la tapa trampilla del hueco del aire acondicionado (para modelos sin aire acondicionado).
3. Preparar la instalación de agua.
4. Colocar la instalación de agua.

5. Preparar instalación eléctrica.
6. Colocar instalación eléctrica.
7. Montar la barra de luz.
8. Montar la radio.
9. Montar el altavoz y la rejilla.
10. Montar el estabilizador de 12V.
11. Montar la antena.
12. Montar la cantimplora.
13. Montar los motores limpia, conectarlos y aislarlos con cinta termorretráctil.
14. Colocar chapas z silentblock.

➤ Estación 3:



Operaciones de montaje para las cabinas 11NT y 11LC:

1. Colocar instalación 461.
2. Montar el bastidor.
3. Colocar el bastidor.
4. Poner punteras a la instalación de la cabina y conectarla.

5. Colocar enchufe de 110V, 230V y etiquetas de identificación.
6. Colocar la manilla y la cerraja de la puerta, el bulón de la cerraja y colgar las llaves.
7. Montaje ventana.
 - 7.1. Limpiar el marco y retocarlo si fuera necesario.
 - 7.2. Limpiar el cristal y pegar vinilo parasol.
 - 7.3. Poner masilla Krafft en el marco y pegar el cristal.
8. Colocar ventana.
9. Colocar amortiguadores en ventana y puerta.
10. Colocar cierre ventana.

➤ Estación 4:



Operaciones de montaje para las cabinas 11NT y 11LC:

1. Colocar cristales.
 - 1.1. Limpiar cristales.
2. Colocar embellecedor.
3. Sellar los cristales y el cristal de la ventana al marco de la ventana.
4. Colocar anagrama linden comansa.

5. Colocar goma en la ventana de la puerta.
6. Colocar el cristal de la puerta.
7. Colocar junquillo puerta.
8. Colocar suelo.
9. Colocar parrilla.
10. Colocar chapa gatera.
11. Colocar percha, posavasos, soporte extintor y extintor.

➤ Estación 5:



Operaciones de montaje para las cabinas 11NT y 11LC:

1. Colocar aire acondicionado (solo para modelos con aire acondicionado).
2. Colocar y comprobar brazos limpia.
3. Colocar chapa parasol.
4. Limpiar todo y repintar lo que haga falta.
5. Colocar cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50 y limpiar cristales.
6. Colocar cerraja a la puerta del armario eléctrico.
7. Colocar y ajustar la puerta del armario eléctrico.
8. Protocolo de ensayo (verificación de que todo esta correcto).

5.3.3. HERRAMIENTAS Y PIEZAS DE LA LÍNEA

Tras observar las operaciones que se realizan en las distintas estaciones de la línea, se va a analizar la distribución de las piezas y las herramientas a lo largo del montaje.

Actualmente, todas las herramientas están colocadas en una mesa en mitad de la línea de montaje, entre los puestos dos y tres. Esta mesa se puede observar en la siguiente imagen.



Esta manera de organizar las herramientas, a priori, parece buena, pero como es lógico, si todas las herramientas se colocan en un mismo lugar, los operarios tienen que desplazarse desde su puesto hasta la mesa para coger cualquier herramienta lo que supone mucha pérdida de tiempo. Además, con esta distribución hay más peligro de que las herramientas se pierdan o se dejen en otro lugar que no sea esta mesa debido a que estas se mueven por toda la línea.

En cuanto a las piezas, estas se encuentran repartidas a lo largo de toda la línea sin ningún criterio fijo, se van colocando donde se ven huecos libres. Las únicas piezas que tienen un poco de orden son los cristales que se colocan en una estantería en los puestos cuatro y cinco.

Como se puede observar aquí también hay una pérdida de tiempo por parte de los operarios debido a que tienen que ir a buscar las distintas piezas por toda la línea, o

incluso, fuera de ella. Ellos, también, son los encargados de colocar o ubicar las distintas piezas de la línea que se reciben de los proveedores.

Para observar este desajuste de piezas se han analizado todas las piezas que se colocan en cada modelo de cabina. Estas piezas, detalladas en el anexo llamado “*Listado de piezas cabinas comansa*”, están colocadas por niveles de importancia, siendo el nivel más bajo la estructura de la cabina.

5.3.4. CONTROL DE INVENTARIOS

Esta empresa, en la actualidad, no cuenta con un sistema de gestión del inventario de la línea de montaje. Se espera que en unos meses puedan contar con un programa para este fin, pero por el momento no se sabe muy bien la cantidad de piezas utilizadas en la línea que hay en la empresa.

Ahora, este control es realizado por los operarios de la línea. Cuando ven que quedan pocas unidades de un determinado tipo de pieza le dicen al encargado de compras que pida más material.

5.3.5. TIEMPOS DE MONTAJE

Para seguir con el análisis de la situación actual es necesario tomar nota de los distintos tiempos que cuesta realizar las múltiples operaciones de montaje. Estos tiempos se han tomado mediante inspección visual y con la ayuda de la grabación en video de algunas operaciones. Este análisis es necesario para ver si las distintas estaciones tienen un tiempo de ciclo similar o no, y así poder actuar en consecuencia.

Una vez observados los videos y el montaje in situ, se tienen los tiempos de los diferentes procesos que intervienen en el montaje de la cabina. Esos tiempos habrá que estudiarlos para diseñar la nueva línea por lo que convendrá ordenarlos en una tabla.

Para el modelo de cabina 11NT sin aire acondicionado, los tiempos observados son los siguientes:

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo	7
Cortar tapizado cabina y puerta	21
Tapizar cabina	12
Goma F175	15
Tapizar puerta	3

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Montaje ventana	12
Colocar ventana	5
Colocar amortiguadores en ventana y puerta	5
Colocar cierre ventana	5
Colocar cristales	30

Colocar puerta	5
Colocar visera	2
Colocar tapa trampilla	7
Preparar instalación agua	10
Colocar instalación agua	15
Preparar instalación eléctrica	15
Colocar instalación eléctrica	18
Barra de luz	5
Cantimplora	2
Montar, conectar y aislar motores limpia	25
Chapas z silentblock	2
Instalación 461	15
Preparar el bastidor	48
Colocar el bastidor	2
Poner punteras a la instalación y conectarla	25
Enchufes de 110V, 230V	7
Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves	15

Colocar embellecedor	3
Sellar cristales	25
Anagrama linden comansa	3
Goma en ventana puerta	7
Cristal puerta	5
Junquillo puerta	5
Colocar suelo	5
Colocar parrilla	3
Colocar chapa gatera	2
Percha, posavasos, soporte extintor y extintor	4
Colocar y comprobar brazos limpia	5
Colocar chapa parasol	2
Limpiar todo y repintar	3
Cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50, limpiacristales	3
Cerraja puerta del armario	3
Colocar puerta armario	2
Protocolo de ensayo	10

En el modelo 11NT con aire acondicionado se realizan las mismas operaciones y además se le añade la operación de colocar el aire acondicionado. El tiempo que se tarda en realizar esta operación es el siguiente:

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Aire acondicionado	30

Cuando las cabinas, tanto la 11NT como la 11LC, son con aire acondicionado la operación “colocar tapa trampilla” se sustituye por la operación “colocar tornillos trampilla” que tiene el mismo tiempo de duración.

Para el modelo de cabina 11LC sin aire acondicionado, los tiempos observados son los siguientes:

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo	7

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Enchufes de 110V, 230V	7

Cortar tapizado cabina y puerta	21
Tapizar cabina	12
Goma F175	15
Tapizar puerta	3
Colocar puerta	5
Colocar visera	2
Colocar tapa trampilla	7
Preparar instalación agua	10
Colocar instalación agua	15
Preparar instalación eléctrica	15
Colocar instalación eléctrica	18
Barra de luz	5
Radio	2
Estabilizador	2
Altavoz	2
Antena	2
Cantimplora	2
Montar, conectar y aislar motores limpia	25
Chapas z silentblock	2
Instalación 461	15
Preparar el bastidor	48
Colocar el bastidor	2
Poner punteras a la instalación y conectarla	25

Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves	15
Montaje ventana	12
Colocar ventana	5
Colocar amortiguadores en ventana y puerta	5
Colocar cierre ventana	5
Colocar cristales	30
Colocar embellecedor	3
Sellar cristales	25
Anagrama linden comansa	3
Goma en ventana puerta	7
Cristal puerta	5
Junquillo puerta	5
Colocar suelo	5
Colocar parrilla	3
Colocar chapa gatera	2
Percha, posavasos, soporte extintor y extintor	4
Colocar y comprobar brazos limpia	5
Colocar chapa parasol	2
Limpiar todo y repintar	3
Cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50, limpiacristales	3
Cerraja puerta del armario	3
Colocar puerta armario	2
Protocolo de ensayo	10

En el modelo 11LC con aire acondicionado se realizan las mismas operaciones y además se le añade la operación de colocar el aire acondicionado. El tiempo que se tarda en realizar esta operación es el siguiente:

Operaciones de montaje	Duración montaje (min.)
Aire acondicionado	30

El aire acondicionado se monta en la cabina por un operario externo al puesto, mientras el operario de esa estación realiza los montajes previstos para ese puesto. Por

esta razón, el tiempo de colocación del aire acondicionado no se tiene en cuenta para la obtención del tiempo total que cuesta fabricar una cabina.

Por lo tanto, si se suman los tiempos de las distintas operaciones se obtendrá el tiempo ideal que costaría montar una cabina. En la siguiente tabla se ve el tiempo que cuesta montar idealmente, sin pérdidas de ningún tipo (desperdicios), una cabina 11NT y una 11LC.

	Tiempo montaje ideal (min)
Cabina 11NT	374
Cabina 11LC	382

Estos tiempos de montaje corresponden a la suma de todos los tiempos de las operaciones que se realizan en la línea de montaje. En este apartado hay que comentar que hay dos operaciones, que son preparar la instalación de agua y preparar la instalación eléctrica, que se realizan fuera del montaje, por lo tanto, no se han tenido en cuenta a la hora de sumar sus tiempos. También hay otra operación, que es preparar el bastidor, la cual no se ha sumado la totalidad de su tiempo de montaje, ya que se realiza la mitad fuera de la línea y la mitad dentro. Así que en este caso se ha sumado solo la mitad de su tiempo, 24 minutos.

Como se ha dicho antes, estos tiempos de montaje para las cabinas 11NT y 11LC son los tiempos ideales. Sin embargo, se ha comprobado que los tiempos reales de montaje de estas cabinas están entre los 420 y los 540 minutos (entre las 7 y 9 horas). Se considerará un tiempo de media de 480 minutos.

Por consiguiente, el tiempo que hay entre el montaje ideal y el real es un tiempo en el que no se le aporta valor al producto, un tiempo desperdiciado. En este caso, este tiempo perdido se debe a la búsqueda de piezas y herramientas por la planta, a la limpieza de la línea, a la ubicación del material que llega de los proveedores, además de otro tipo de pérdidas como son las paradas por necesidades del operario, la solución de algún problema inesperado, etc.

Cabina 11NT	Tiempo (min)
Montaje ideal	374
Pérdidas	106
Montaje real	480

Cabina 11LC	Tiempo (min)
Montaje ideal	382
Pérdidas	98
Montaje real	480

Estas pérdidas de tiempo son las que se producen en toda la línea. Si las dividimos entre 5 se obtendrán las pérdidas para cada estación. Por lo tanto, para la cabina 11NT se pierden 21.2 minutos por estación y para la cabina 11LC, 19.6 minutos por estación.

5.4. PROBLEMAS DETECTADOS

Después de realizar el análisis de la situación actual se han detectado los siguientes problemas:

- La empresa no sabe con exactitud el material que tiene disponible, en stock, ni tampoco donde está ubicado en la planta.
- Hay mucha pérdida de tiempo a la hora de ir a buscar las piezas necesarias en las distintas estaciones, ya que las piezas están distribuidas por toda la línea sin ningún orden.
- Hay pocas herramientas en la zona de montaje, por lo que, hay veces que dos operarios necesitan la misma herramienta y tienen que esperar el uno al otro. Además hay operarios de otras zonas que usan alguna de estas herramientas y que luego se olvidan de devolver a su sitio, como consecuencia, el operario de montaje pierde mucho tiempo en ir a buscarlas.
- Las herramientas están colocadas todas juntas en una misma mesa, por este motivo, se pierde bastante tiempo en ir a buscarlas una y otra vez.
- Los distintos puestos o estaciones de la línea no están equilibrados, por lo tanto, a máxima producción pueden darse situaciones de acumulación de cabinas en algún puesto.
- No hay ninguna persona específica encargada de la recepción del material, la ubicación del material, la reposición de material, etc. Actualmente estas tareas son realizadas por los operarios de la línea de montaje.
- Las piezas se ensucian de polvo debido al almacenaje. Por esta razón los operarios pierden más tiempo al colocarlas en la cabina ya que, antes, tienen que dedicarse a limpiarlas de polvo.
- Los contenedores donde se guardan las piezas no tienen ruedas lo que dificulta su movimiento.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez vistos y comentados los problemas que se han detectado en la manera de montar las cabinas, se van a plantear una serie de mejoras con el objetivo de intentar eliminar o reducir dichos problemas. A continuación se especifican las mejoras propuestas:

- ✓ Equilibrar los tiempos de los distintos puestos para los modelos de cabina estudiados.
- ✓ Sacar del proceso de montaje aquellas operaciones que se puedan realizar fuera de la línea, y por lo tanto, crear una zona para realizar estos premontajes.
- ✓ Conseguir que esta zona de premontajes sea común para los modelos de cabina estudiados.
- ✓ Organizar tanto las piezas como las herramientas por puestos. Para ello, se analizará que piezas y que herramientas son necesarias en cada estación para, colocándolas de esta manera, conseguir reducir las pérdidas de tiempo.
- ✓ Realizar un programa provisional en Excel para controlar muy básicamente el inventario de la empresa. En este programa se detallarán todas las piezas y sus cantidades necesarias para el montaje de los modelos de cabinas estudiados.
- ✓ Crear un puesto de trabajo que se dedique a labores de logística. Estas tareas serán las de recepción, ubicación y reposición del material y la de adecuación de la línea para un nuevo modelo de cabina. Además este operario podría ayudar en el montaje cuando hacen falta dos personas para colocar una pieza o en cualquier otra tarea.
- ✓ Colocar ruedas a los contenedores para poder desplazarlos con más facilidad, y así, evitar el uso de cualquier tipo de maquinaria de transporte.
- ✓ Colocar algún tipo de protección a las piezas que están almacenadas para que no se ensucien. Esta protección, para el caso de los cristales que están colocados en unas estanterías, sería tan sencillo como colocar unas puertas para que el polvo no pasase a su interior.
- ✓ Conseguir que la línea de montaje sea flexible para poder fabricar cualquier tipo de modelo, sin tener que realizar excesivos cambios que supongan una pérdida de tiempo, y por tanto, de producción.

6.1. NUEVA ORGANIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MONTAJE

A partir del estudio inicial, donde se han recogido los datos de todas las piezas que se utilizan en los cuatro modelos de cabinas y se han tomado los tiempos montaje de cada una de las operaciones aplicadas a cada modelo, se planifican una serie de acciones a desarrollar para el estudio e implantación de las mejoras propuestas.

Estas acciones serán las de, distribuir las operaciones de montaje de tal forma que se equilibre la línea, analizar y detallar las piezas y herramientas de cada puesto y probar si la nueva organización ahorra tiempo de montaje.

En primer lugar se distribuirán las distintas operaciones de montaje de tal forma que los cinco puestos de la línea tengan un tiempo de ciclo similar. Para ello en el apartado “Tiempos de montaje” se comentarán los tiempos de ciclo que se obtienen en cada modelo para la nueva distribución. También se explicará el criterio seguido para ordenarlos de esa manera.

Una vez equilibrados los puestos, en los posteriores apartados llamados “Premontajes” y “Operaciones en la línea de montaje”, se detallarán las operaciones de montaje que se realizarán en cada puesto.

Tras saber las operaciones que se realizarán en cada estación se pasará a analizar y exponer las distintas piezas y herramientas que deberían estar en cada estación, en el apartado “Herramientas y piezas de la línea”. Aquí se describirán las herramientas que son utilizadas en cada puesto y la cantidad mínima de piezas que debería haber en cada estación para poder realizar el montaje de una cabina.

Después de conocer todas las piezas de las consta cada modelo de cabina y las unidades necesarias de cada pieza se realizará un programa en Excel, muy básico, para controlar el inventario de las piezas utilizadas en el montaje de las cabinas.

Con toda esta información, se analizará si es necesario modificar el lay-out de la línea de montaje. En caso afirmativo, habrá que tener en cuenta el transporte de materiales a la hora de realizar el acopio de piezas de cada puesto de trabajo. Además habrá que estudiar los elementos necesarios que se tendrán tanto en la línea de montaje como en la zona de premontajes, como pueden ser, los utillajes de montaje, las zonas de basura, los contenedores y carros de piezas, así como la zona de almacenamiento de las piezas terminadas de la zona de premontajes.

Por último, se estudiarán los operarios necesarios para el funcionamiento óptimo de la línea de montaje.

6.1.1. TIEMPOS DE MONTAJE

En este apartado se va a explicar la solución final adoptada para el equilibrado de la línea de montaje para los cuatro modelos estudiados.

Lo primero que se plantea es el número de estaciones que va a tener la línea. Se barajan dos opciones, la de cuatro estaciones y la de cinco. Al final se opta por la distribución con cinco estaciones debido a que con cuatro se tendrían unas estaciones con unos tiempos de ciclo demasiado elevados y con demasiadas operaciones por estación.

Una vez decidido el número de puestos, hay que decidir cómo organizar las distintas operaciones de montaje, en los cinco puestos, para obtener un tiempo de ciclo similar.

Para ello, se intentarán juntar las operaciones que necesiten la misma herramienta u operaciones que tengan que realizarse en la misma zona de la cabina, como por ejemplo, juntar operaciones que tengan que realizarse en el techo de la cabina. Además, hay que tener en cuenta algunas restricciones impuestas por la empresa o por el propio montaje que influirán en cuanto a la distribución de las operaciones.

Estas restricciones son las siguientes:

- ✓ Los cristales tienen que ser colocados en el puesto cuatro o cinco, ya que, la estantería en la que se guardan los cristales es fija y no se puede mover a otro puesto. Por lo tanto, por el tema de ahorrar tiempo en el desplazamiento de material, los cristales se colocarán en los puestos finales.
- ✓ El tapizado de la cabina se colocará en la primera estación puesto que la mesa donde se corta el tapizado está allí situada y porque esta operación es mejor realizarla sin que haya ningún montaje previo.
- ✓ Algunos montajes tienen que ir obligatoriamente detrás de algún otro. Por este motivo, habrá que tener un cuidado especial con esos montajes a la hora de redistribuirlos.

Tras el análisis de todos estos aspectos se llega a varias soluciones incluidas en la sección de anexos, con el nombre *“Equilibrado de la línea”*. También se incluyen en esta sección la distribución de las operaciones de montaje actuales para los cuatro modelos de cabinas estudiados.

A continuación se muestran las distribuciones de las operaciones de montaje que se han escogido como solución para las cabinas 11NT y 11LC, con y sin aire acondicionado. Pero primero, y para poder entender las nuevas distribuciones, se van a incluir dos tablas, una para el modelo 11NT y otra para el modelo 11LC, en las que se asigna un número a cada operación de montaje.

Operaciones de montaje para el modelo 11NT:

Operaciones de montaje	Número asignado
Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo	1
Cortar tapizado cabina y puerta	2
Tapizar cabina	3
Goma F175	4
Tapizar puerta	5
Colocar puerta	6
Colocar visera	7
Colocar tapa trampilla	8
Preparar instalación agua	9
Colocar instalación agua	10
Preparar instalación eléctrica	11
Colocar instalación eléctrica	12
Barra de luz	13
Cantimplora	14
Montar, conectar y aislar motores limpia	15
Chapas z silentblock	16
Instalación 461	17
Preparar el bastidor	18
Colocar el bastidor	19
Poner punteras a la instalación y conectarla	20
Enchufes de 110V, 230V	21
Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves	22

Operaciones de montaje	Número asignado
Montaje ventana	23
Colocar ventana	24
Colocar amortiguadores en ventana y puerta	25
Colocar cierre ventana	26
Colocar cristales	27
Colocar embellecedor	28
Sellar cristales	29
Anagrama linden comansa	30
Goma en ventana puerta	31
Cristal puerta	32
Junquillo puerta	33
Colocar suelo	34
Colocar parrilla	35
Colocar chapa gatera	36
Percha, posavasos, soporte extintor y extintor	37
Colocar y comprobar brazos limpia	38
Colocar chapa parasol	39
Limpiar todo y repintar	40
Cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50, limpiacristales	41
Cerraja puerta del armario	42
Colocar puerta armario	43
Protocolo de ensayo	44

En el caso del modelo 11NT con aire acondicionado se tendrá una operación más, por lo tanto la operación de colocar el aire acondicionado será la número 45.

Operaciones de montaje para el modelo 11LC:

Operaciones de montaje	Número asignado
Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo	1
Cortar tapizado cabina y puerta	2
Tapizar cabina	3
Goma F175	4
Tapizar puerta	5
Colocar puerta	6
Colocar visera	7
Colocar tapa trampilla	8
Preparar instalación agua	9
Colocar instalación agua	10
Preparar instalación eléctrica	11
Colocar instalación eléctrica	12
Barra de luz	13
Radio	14
Estabilizador	15
Altavoz	16
Antena	17
Cantimplora	18
Montar, conectar y aislar motores limpia	19
Chapas z silentblock	20
Instalación 461	21
Preparar el bastidor	22
Colocar el bastidor	23
Poner punteras a la instalación y conectarla	24

Operaciones de montaje	Número asignado
Enchufes de 110V, 230V	25
Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves	26
Montaje ventana	27
Colocar ventana	28
Colocar amortiguadores en ventana y puerta	29
Colocar cierre ventana	30
Colocar cristales	31
Colocar embellecedor	32
Sellar cristales	33
Anagrama linden comansa	34
Goma en ventana puerta	35
Cristal puerta	36
Junquillo puerta	37
Colocar suelo	38
Colocar parrilla	39
Colocar chapa gatera	40
Percha, posavasos, soporte extintor y extintor	41
Colocar y comprobar brazos limpia	42
Colocar chapa parasol	43
Limpiar todo y repintar	44
Cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50, limpiacristales	45
Cerraja puerta del armario	46
Colocar puerta armario	47
Protocolo de ensayo	48

En el caso del modelo 11LC con aire acondicionado se tendrá una operación más, por lo tanto la operación de colocar el aire acondicionado será la número 49.

- Distribución de las operaciones de montaje para el modelo 11NT sin aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Premontajes									10		15							48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

- Distribución de las operaciones de montaje para el modelo 11NT con aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Premontajes									10		15							48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

- Distribución de las operaciones de montaje para el modelo 11LC sin aire acondicionado:

Estaciones																																																Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Premontajes									10		15											48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

- Distribución de las operaciones de montaje para el modelo 11LC con aire acondicionado:

Estaciones																																																	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Premontajes										10		15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Esta es la nueva distribución de las operaciones de montaje para los cuatro modelos de cabina estudiados. En estos diagramas se han colocado las operaciones de montaje en la línea inferior, y verticalmente y hacia arriba, sus tiempos de montaje, en minutos, y cada uno en la nueva estación en la que se realizarán. Así, por ejemplo, en este último diagrama se observa que la operación número 31, que corresponde a colocar los cristales, se realizará en la estación 4 y que durará 30 minutos.

En esta solución propuesta se observa que la línea de montaje se ha dividido en cinco estaciones de montaje y en una zona de premontajes donde se realizarán las operaciones que puedan realizarse fuera de la línea. También se ve una última columna en la que se dan los tiempos totales de montaje de cada zona.

En el caso de los modelos 11NT y 11LC con aire acondicionado, se observa que la estación 3 excede con mucho el tiempo de ciclo de las demás estaciones. Esto se debe a que en ese puesto se colocará el aire acondicionado, y como se ha dicho en apartados anteriores, esa operación será realizada por un operario externo a ese puesto a la vez que el operario de dicha estación monta otras piezas. Por lo tanto, el tiempo de ciclo para la estación 3 será el mismo para los modelos con o sin aire acondicionado.

Si se suman los tiempos de montaje de cada estación se obtiene el tiempo ideal de montaje de cada modelo de cabina. Por lo tanto, sus tiempos de montaje ideales son de 350 minutos para el modelo 11NT y de 358 minutos para el modelo 11LC. Tras realizar una prueba con esta distribución se ha comprobado que los tiempos reales están en torno a los 370 minutos para el modelo 11NT y los 378 minutos para el 11LC.

Las distintas operaciones de montaje se han intentado distribuir de tal forma que los tiempos de ciclo de las estaciones sean similares. Además, se han cumplido las restricciones impuestas y se han intentado juntar operaciones que necesiten el mismo tipo de herramienta y,

también, operaciones que tengan algo en común. Por ejemplo, en la estación 5 se han agrupado la mayoría de las operaciones que tienen que ver con la electricidad y en la estación 4 casi todo el montaje de cristales. Esto se ha realizado así porque hay operarios que están más especializados en un campo que en otro.

Se ha optado por esta solución porque se ha pensado que es mejor agrupar la mayoría de las operaciones del mismo tipo en una misma estación.

6.1.2. PREMONTAJES

Como se ha visto en los diagramas anteriores hay tres operaciones que se han sacado fuera de la línea y se ha decidido que se realicen en una zona a parte de la línea que será la zona de premontajes.

Estas operaciones son la número 9, 11 y 18, en los modelos 11NT, y la número 9, 11 y 22, para los modelos 11LC. Estos números corresponden a las operaciones de preparar la instalación de agua, preparar la instalación eléctrica y preparar el bastidor, respectivamente.



En esta imagen se observa a un operario montando cuatro bastidores. Como se aprecia en ella, estas operaciones se realizarán en una mesa a parte de la línea pero se intentará que este lo más próxima a esta, para así, perder el mínimo tiempo posible en trasladar los montajes ya terminados.

Las distintas piezas utilizadas en estos premontajes y la manera de realizar estas tres operaciones se detallan en el anexo llamado “Premontajes”.

6.1.3. OPERACIONES EN LA LÍNEA DE MONTAJE

En este apartado se van a detallar las distintas tareas a realizar por los operarios, en las estaciones de montaje, para los modelos estudiados. Por lo tanto, sabiendo ya el número de estaciones que tiene la línea y la distribución propuesta para cada modelo, se pueden asignar las tareas correspondientes a cada operario en cada uno de los puestos de trabajo.

Estas tareas ya vienen definidas en el apartado anterior pero aquí se explicarán de una manera más gráfica. Debajo de cada operación de montaje se ha colocado el tiempo que cuesta realizarla, por lo tanto, el minuto uno comenzará en la estación 1 y se seguirá incrementando hasta la última operación de la estación 5. Así se podrá ver en que instante de tiempo se realiza cada operación. La zona de premontajes va con un tiempo aparte ya que se realiza fuera de la línea.

- Tareas para el modelo 11NT sin aire acondicionado:

Premontajes:

Preparar instalación de agua										Preparar instalación eléctrica														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Preparar el bastidor																								
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Estación 1:

Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo							Cortar tapizado de la cabina y la puerta													Tapizar cabina									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Colocar goma F-175															Tapizar la puerta				Colocar puerta					Colocar tapa trampilla					Colocar visera		
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

Estación 2:

colocar instalación de agua															Colocar instalación eléctrica															Colocar barra de luz							
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

Canimplota	Montar, conectar y aislar los motores limpia																											Chapas 2 silenciador	Anagrama linden comarca		
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137			138	139

Estación 3:

Instalación 461														Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves														Montaje ventana													
142	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184

Colocar ventana					Colocar amortiguadores en ventana y puerta					Colocar cierre ventana					Colocar chapa gatera	Colocar suelo						Percha, posavasos, soporte extintor y extintor				
185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	

Estación 4:

Colocar los cristales	Sellar cristales																																																					
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265

Colocar embellecedor	Goma en ventana puerta									Cristal puerta					Junquillo puerta				
266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285

Estación 5:

Colocar parrilla	Colocar pasador	Colocar chapa	Colocar bastidor	Colocar	Poner punteras a la instalación y conectarla																				Enchufes de 110V, 230V													
286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324

Colocar y comprobar brazos limpia					Cerraja puerta del armario			Colocar puerta armario		Cables sueltos, metalizado, tornillos 14x10.			Limpiar todo y repintar			Protocolo de ensayo									
325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350

A modo de complemento de esta información se podría realizar un diagrama de precedencias en el que se visualizaría gráficamente en que instante de tiempo la línea de montaje necesitaría cada premontaje. Pero debido a que sólo son tres premontajes se ha decidido darlos sólo por escrito.

Como puede verse en los diagramas anteriores y para este modelo, los premontajes; preparar la instalación de agua, preparar la instalación eléctrica y preparar el bastidor; deberían ser realizados antes de los minutos 73, 88 y 291, respectivamente. Por ello sería conveniente comenzar a realizarlos a la vez que entra la primera cabina a la línea.

- Tareas para el modelo 11LC sin aire acondicionado:

Premontajes:

Preparar instalación de agua										Preparar instalación eléctrica														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Preparar el bastidor																																															
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73

Estación 1:

Verificar, retocar la pintura y limpiar el polvo							Cortar tapizado de la cabina y la puerta																					Tapizar cabina											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Colocar goma F-175															Tapizar la puerta				Colocar puerta					Colocar tapa trampilla					Colocar visera		
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

Estación 2:

colocar instalación de agua																	Colocar instalación eléctrica																	Colocar barra de luz									
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110						

Cantimplora	Montar, conectar y aislar los motores limpia																											Chapas 2 silentblock	Anagrama linden oomansa		
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141

Estación 3:

Radio	Estabilizador	Altavoz	Antena	Instalación 461																Manilla, cerraja de la puerta, bulón de la cerraja y colgar llaves																	
143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180

Montaje ventana												Colocar ventana					Colocar amortiguadores en ventana y puerta					Colocar cierre ventana					Colocar chapa gatera		Percha, posavasos, soporte extintor y extintor				
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	

Estación 4:

Colocar los cristales																							
Sellar cristales																							
214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237
238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261
262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309
310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333
334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357
358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381
382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405

Estación 5:

Colocar suelo	Colocar parrilla	Colocar chapa parascor	Colocar bastidor	Poner punteras a la instalación y conectarla																							
289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316
317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344
345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428
429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484
485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512
513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540

En este caso los premontajes deberían ser realizados antes de los minutos 73, 88 y 299, respectivamente.

Como se puede observar, las operaciones de montaje entre uno y otro modelo no varían mucho. Por lo tanto, al realizar un cambio de modelo en el montaje se perderá menos tiempo ya que las operaciones a realizar serán muy parecidas y, también, habrá que cambiar menos material de sitio.

- Tareas para los modelos 11NT y 11LC con aire acondicionado:

Las tareas a realizar en estos modelos son las mismas que para los modelos sin aire acondicionado, pero además habrá que añadirle el colocar el aire acondicionado, que será montado en la estación 3.

Colocar aire acondicionado																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56

Como se ha mencionado con anterioridad, esta operación será realizada por un operario distinto al que se encuentre trabajando en la estación 3, que en este caso será el de premontajes. Por lo tanto, el tiempo que cuesta montar esta pieza no se sumará al tiempo de ciclo total de esta estación.

6.1.4. HERRAMIENTAS Y PIEZAS DE LA LÍNEA

Una vez conocidas las distribuciones de las operaciones de montaje para cada modelo y una vez establecidas las tareas a realizar en cada estación, se pueden distribuir las piezas y las herramientas que debería tener cada estación.

Por lo tanto, en este apartado se comentarán las herramientas y la cantidad de piezas necesarias para el montaje de los distintos modelos de cabinas estudiados.

- Cabina 11NT sin aire acondicionado:

Mesa premontajes	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Tijeras	Tubo de agua Ø6	1500 mm
	Cúter	Tubo de agua Ø3	150 mm
	Destornillador plano	Tubo de agua Ø3	1200 mm
	Destornillador estrella	Cable motor superior limpia 2x1,5	4500 mm
	Atornillador eléctrico	Cable motor inferior limpia 2x1,5	3600 mm
	Cinta adhesiva	Cable luz cabina 2x1,5	800 mm
		Cable motor bomba limpia (MBL) 2x1,5	7500 mm
		Cable ventilador (calefactor) 3x1,5	3000 mm
		Cable de tres hilos 4x2,5	3000 mm
		Chapa con pletina soldada	1
		Transformador 2,8 KVA	1
		Tornillo allen M8x15	4
		Arandela M8 ala ancha	4
		Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G	1
		Base clavija HDC-HA-16-MT	1
		Base hdcha 16MT 17-32	1
		Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	4
		Disyuntor magnetotérmico 6-10A	1
		Interruptor C60N Curva C 1P 10A	2
		Portafusible 1P 25A 8,5x31,5	3
		Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG	1
		Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG	1
		Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG	1
		Puente rectificador 25A 500V	1
		Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	1
		Borna ZDU-4-2	17
		Borna de tierra ZPE-4-2	2
		Puente ZQV-4-2	7
		Tope lateral	1
		Base adhesiva 30x30 natural	6
		Numeros de bornas (L1,L2,L3,0,0,0...)	
		Pegatinas nombres magnetotermicos	
		Bridas	
		Cables para la conexión	

La última pieza llamada cables para la conexión hace referencia a los cables necesarios para el montaje del bastidor. Estos cables están detallados en el anexo “Premontajes”.

Estación 1	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Llave de 17	Tornillo hexagonal M10x60	1
	Pistola silicona	Arandela M10 ala ancha	1
	Papel	Silicona Simson blanca	
	Cúter	Planchas tapizado	2,5
	Plantillas del tapizado	Goma F-175	8060 mm
	Maza nylon	Puerta	1
	Loctite	Tornillo allen M8x80	2
	Tijeras	Arandela M8	4
	Llave de 13	Tuerca M8 autoblocante	2
	Llave allen de 5	Tapa trampilla panorámico	1
	Llave allen de 6	Tornillo allen M6x16	4
	Llave de 8	Arandela M6 ala ancha	4
	Llave de tubo de 7	Visera	1
	Atornillador eléctrico	Goma adhesiva de 6 mm	1280 mm
		Arandela M5	3
		Tuercas M5 autoblocantes	3
		Tornillo alomada M4x10 philips	2
		Arandela M4	4
		Tuercas M4 autoblocantes	2

Estación 2	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Atornillador eléctrico	Juego de tubos de agua	1
	Tijeras	Desviación en forma de F	1
	Taladro	Surtidor	2
	Secador	Juego de cables	1
	Llave de 22	Barra de luz fluorescente	1
	Llave de 13	Tornillo alomada M4x30 philips	2
	Llave de 10	Cantimplora agua	1
	Llave de 7	Tornillo hexagonal M6x15	2
	Espátula de fieltro	Arandela M6 ala ancha	4
		Motor superior limpia 12 voltios	1
		Arandela M8 estrella	2
		Soporte motor (del motor superior)	1
		Arandela M8	4
		Tuerca M8 autoblocante	4
		Motor inferior limpia 12 voltios	1
		Arandela M8 estrella	2
		Embellecedor motor inferior	1
		Cinta termoretractil	2x10 mm
		Adhesivo portabridas	3
		Bridas	3
		Chapa z silentblock	2
		Arandela M4	4
		Tuerca M4	4
		Anagrama Linden Comansa	1

Estación 3	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Llave de 7	Instalación 461	1
	Atornillador eléctrico	Tornillo alomado M4x20 philips	12
	Destornillador	Bulón	1
	Loctite	Arandela M12	1
	Taladro	Tuerca M12 autoblocante	1
	Llave de tubo de 13	Manilla	1
	Tijeras	Tornillo allen M6x10	3
	Destornillador plano	Cerraja	1
	Llave de 19	Tornillo gota sebo M8x40	2
	Alcohol	Arandela M8	2
	Papel	Tuerca M8 autoblocante	2
	Limpiador adhesivo	Juego llaves	1
	Pistola masilla	Brida	1
	Llave de 10	Marco ventana	1
	Remachadora	Tornillo allen M8x80	2
	Llave de 17	Arandela M8	4
		Tuerca M8 autoblocante	2
		Cristal ventana	1
		Conjunto sujeción cristales con tornillo	4
		Parasol vinilo	1240 mm
		Masilla Krafft poliuretano rápido K1	
		Cierre ventana	1
		Tornillo hexagonal M6x15	1
		Arandela M6	2
		Arandela M6 ala ancha	1
		Tuerca autoblocante M6	1
		Amortiguador 15 Kg	3
		Arandela M8	12
		Tuerca hexagonal M8 autoblocante	6
		Chapa gatera	1
		Suelo de goma	1
		Suelo desmontable (chapa)	1
		Tornillo M10x25 cabeza hexagonal	3
		Arandela M10 ala ancha	3
		Colgador (perchero)	1
		Botellero	1
		Remache Ø5 mm	8
		Extintor	1
		Soporte extintor	1
		Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	2

Estación 4	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Alcohol	Cristal lateral izquierdo superior	1
	Papel	Cristal lateral izquierdo inferior	1
	Limpiador adhesivo	Cristal lateral derecho superior	1
	Pistola masilla	Cristal lateral derecho inferior	1
	Destornillador plano	Cristal curvo inferior	1
	Destornillador estrella	Tornillo M4x10	8
	Llave de 7	Conjunto sujeción cristales sin tornillo	8
	Cortadora de goma	Conjunto sujeción cristales con tornillo	16
	Colocador de junquillo	Masilla Krafft poliuretano rápido K1	5
		Embellecador	1
		Goma adhesiva de 8 mm de espesor	1280 mm
		Tornillo alomada M4x30 philips	4
		Tuerca hexagonal M4 autoseguro	4
		Arandela ala ancha M4	4
		Goma en marco cristal de la puerta	2680 mm
		Cristal puerta	1
		Junquillo en marco cristal de la puerta	2680 mm

Estación 5	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Atornillador eléctrico	Parrilla	1
	Destornillador	Tornillo hexagonal M10x20	1
	Llave de tubo de 13	Tornillo hexagonal M10x15	1
	Cinta adhesiva negra	Arandela M10	3
	Pela cables	Tuerca M10	1
	Aplasta punteras	Chapa parasol	1
	Comprobador a 12 y 24V	Tornillo punta broca 4,8x19	4
	Trapo	Bastidor	1
		Arandela M8 normal	6
		Tuerca M8 normal	6
		Puntera 1x1,5	13
		Unex (+,-,0,1,...,9)	
		Enchufe 110V	2
		Enchufe 230V	1
		Caja donde van los enchufes	1
		Pegatina de identificación de 110V	1
		Pegatina de identificación de 230V	1
		Brazo paralelo normal	2
		Escobilla 500mm	2
		Puerta armario eléctrico	1
		Cerraja puerta armario eléctrico	1
		Cables sueltos	
		Metacrilato	1
		Tornillos 14x50	
		Limpia cristales	

Las piezas que se llaman “conjunto sujeción cristales sin tornillo” y “conjunto sujeción cristales con tornillo” están compuestas de varias piezas que se detallan a continuación.

Conjunto sujeción cristales con tornillo	1
Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado	1
Pieza sujeción cristales plástico	1
Arandela ala ancha M4	1
Tuerca hexagonal M4 autoseguro	1

Conjunto sujeción cristales sin tornillo	1
Pieza sujeción cristales metálica	1
Pieza sujeción cristales plástico	1

Así se observa, por ejemplo, que el conjunto sujeción cristales sin tornillo está compuesto por una pieza de sujeción cristales metálica y otra de plástico.

- Cabina 11LC sin aire acondicionado:

Mesa premontajes	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Tijeras	Tubo de agua Ø6	1500 mm
	Cúter	Tubo de agua Ø3	150 mm
	Destornillador plano	Tubo de agua Ø3	1200 mm
	Destornillador estrella	Cable motor superior limpia 2x1,5	4500 mm
	Atornillador eléctrico	Cable motor inferior limpia 2x1,5	3600 mm
	Cinta adhesiva	Cable luz cabina 2x1,5	800 mm
		Cable motor bomba limpia (MBL) 2x1,5	7500 mm
		Cable ventilador (calefactor) 3x1,5	3000 mm
		Cable de tres hilos 4x2,5	3000 mm
		Chapa con pletina soldada	1
		Transformador 2,8 KVA	1
		Tornillo allen M8x15	4
		Arandela M8 ala ancha	4
		Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G	1
		Base clavija HDC-HA-16-MT	1
		Base hdcha 16MT 17-32	1
		Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	4
		Disyuntor magnetotérmico 6-10A	1
		Interruptor C60N Curva C 1P 10A	2
		Portafusible 1P 25A 8,5x31,5	3
		Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG	1
		Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG	1
		Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG	1
		Puente rectificador 25A 500V	1
		Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	1
		Borna ZDU-4-2	17
		Borna de tierra ZPE-4-2	2
		Puente ZQV-4-2	7
		Tope lateral	1
		Base adhesiva 30x30 natural	6
		Numeros de bornas (L1,L2,L3,0,0,0...)	
		Pegatinas nombres magnetotermicos	
		Bridas	
		Cables para la conexión	

Estación 1	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Llave de 17	Tornillo hexagonal M10x60	1
	Pistola silicona	Arandela M10 ala ancha	1
	Papel	Silicona Simson blanca	
	Cúter	Planchas tapizado	2,5
	Plantillas del tapizado	Goma F-175	8060 mm
	Maza nylon	Puerta	1
	Loctite	Tornillo allen M8x80	2
	Tijeras	Arandela M8	4
	Llave de 13	Tuerca M8 autoblocante	2
	Llave allen de 5	Tapa trampilla panorámico	1
	Llave allen de 6	Tornillo allen M6x16	4
	Llave de 8	Arandela M6 ala ancha	4
	Llave de tubo de 7	Visera	1
	Atornillador eléctrico	Goma adhesiva de 6 mm	1280 mm
		Arandela M5	3
		Tuercas M5 autoblocantes	3
		Tornillo alomada M4x10 philips	2
		Arandela M4	4
		Tuercas M4 autoblocantes	2

Estación 2	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Atornillador eléctrico	Juego de tubos de agua	1
	Tijeras	Desviación en forma de F	1
	Taladro	Surtidor	2
	Secador	Juego de cables	1
	Llave de 22	Barra de luz fluorescente	1
	Llave de 13	Tornillo alomada M4x30 philips	2
	Llave de 10	Cantimplora agua	1
	Llave de 7	Tornillo hexagonal M6x15	2
	Espátula de fieltro	Arandela M6 ala ancha	4
		Motor superior limpia 12 voltios	1
		Arandela M8 estrella	2
		Soporte motor (del motor superior)	1
		Arandela M8	4
		Tuerca M8 autoblocante	4
		Motor inferior limpia 12 voltios	1
		Arandela M8 estrella	2
		Embelledor motor inferior	1
		Cinta termoretractil	2x10 mm
		Adhesivo portabridas	3
		Bridas	3
		Chapa z silentblock	2
		Arandela M4	4
		Tuerca M4	4
		Anagrama Linden Comansa	1

Estación 3	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Llave de 7	Radio-CD	1
	Atornillador eléctrico	Tornillo M5x15 hexagonal	4
	Destornillador	Arandela M5 ala ancha	4
	Loctite	Embellecedor radio	1
	Taladro	Adaptador (estabilizador)	1
	Llave de tubo de 13	Altavoz	1
	Tijeras	Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	4
	Destornillador plano	Antena	1
	Llave de 19	Instalación 461	1
	Alcohol	Tornillo alomado M4x20 philips	12
	Papel	Bulón	1
	Limpiador adhesivo	Arandela M12	1
	Pistola masilla	Tuerca M12 autoblocante	1
	Llave de 10	Manilla	1
	Remachadora	Tornillo allen M6x10	3
		Cerraja	1
		Tornillo gota sebo M8x40	2
		Arandela M8	2
		Tuerca M8 autoblocante	2
		Juego llaves	1
		Brida	1
		Marco ventana	1
		Tornillo allen M8x80	2
		Arandela M8	4
		Tuerca M8 autoblocante	2
		Cristal ventana	1
		Conjunto sujeción cristales con tornillo	4
		Parasol vinilo	1240 mm
		Masilla Krafft poliuretano rápido K1	
		Cierre ventana	1
		Tornillo hexagonal M6x15	1
		Arandela M6	2
		Arandela M6 ala ancha	1
		Tuerca autoblocante M6	1
		Amortiguador 15 Kg	3
		Arandela M8	12
		Tuerca hexagonal M8 autoblocante	6
		Chapa gatera	1
		Colgador (perchero)	1
		Botellero	1
		Remache Ø5 mm	8
		Extintor	1
		Soporte extintor	1
		Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	2

Estación 4	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Alcohol	Cristal lateral izquierdo superior	1
	Papel	Cristal lateral izquierdo inferior	1
	Limpiador adhesivo	Cristal lateral derecho superior	1
	Pistola masilla	Cristal lateral derecho inferior	1
	Destornillador plano	Cristal curvo inferior	1
	Destornillador estrella	Tornillo M4x10	8
	Llave de 7	Conjunto sujeción cristales sin tornillo	8
	Cortadora de goma	Conjunto sujeción cristales con tornillo	16
	Colocador de junquillo	Masilla Krafft poliuretano rápido K1	5
		Embelledor	1
		Goma adhesiva de 8 mm de espesor	1280 mm
		Tornillo alomada M4x30 philips	4
		Tuerca hexagonal M4 autoseguro	4
		Arandela ala ancha M4	4
		Goma en marco cristal de la puerta	2680 mm
		Cristal puerta	1
		Junquillo en marco cristal de la puerta	2680 mm

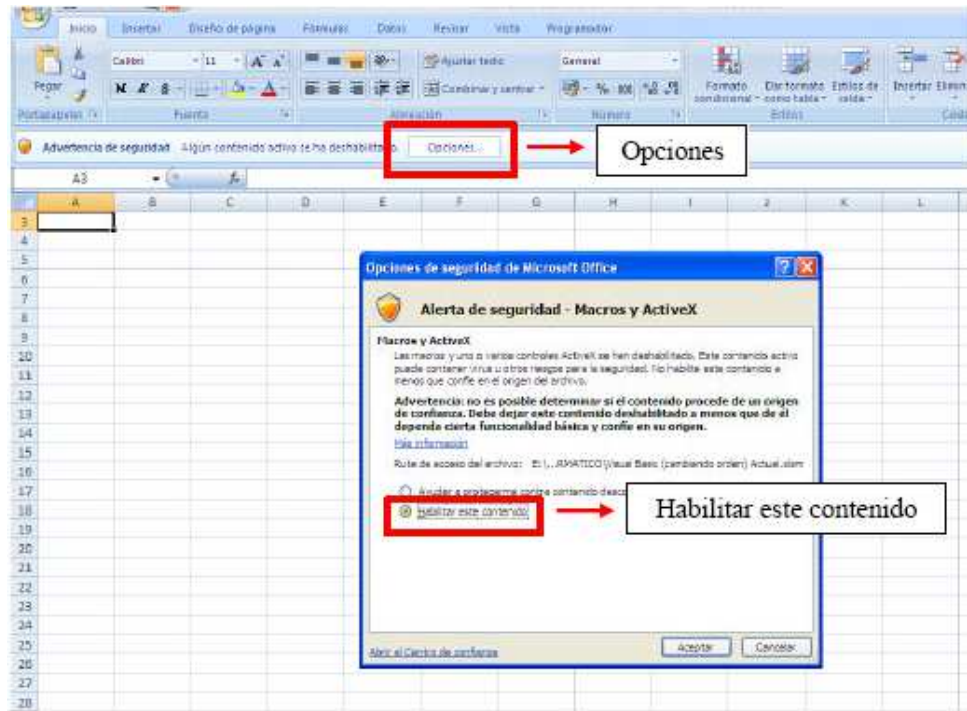
Estación 5	Herramientas	Piezas	Cantidad
	Atornillador eléctrico	Suelo de goma	1
	Llave de 17	Suelo desmontable (chapa)	1
	Destornillador	Tornillo M10x25 cabeza hexagonal	3
	Llave de tubo de 13	Arandela M10 ala ancha	3
	Cinta adhesiva negra	Parrilla	1
	Pela cables	Tornillo hexagonal M10x20	1
	Aplasta punteras	Tornillo hexagonal M10x15	1
	Comprobador a 12 y 24V	Arandela M10	3
	Trapo	Tuerca M10	1
		Chapa parasol	1
		Tornillo punta broca 4,8x19	4
		Bastidor	1
		Arandela M8 normal	6
		Tuerca M8 normal	6
		Puntera 1x1,5	13
		Unex (+,-,0,1,...,9)	
		Enchufe 110V	2
		Enchufe 230V	1
		Caja donde van los enchufes	1
		Pegatina de identificación de 110V	1
		Pegatina de identificación de 230V	1
		Brazo paralelo normal	2
		Escobilla 500mm	2
		Puerta armario eléctrico	1
		Cerraja puerta armario eléctrico	1
		Cables sueltos	
		Metacrilato	1
		Tornillos 14x50	
		Limpia cristales	

- Cabinas 11NT y 11LC con aire acondicionado:

Estas cabinas necesitarán las mismas piezas que los modelos anteriores, salvo en la tercera estación, que a parte de las anteriores necesitará incluir las relacionadas con el aire acondicionado.

Aire acondicionado tipo B2200	1
Soporte mando aire acondicionado	1
Tornillo 4x10 alomada philips	2
Arandela M4	2

Para resolver el problema de que otros operarios ajenos a la línea de montaje utilicen las herramientas de esta, se plantea colocar una pegatina identificativa en cada

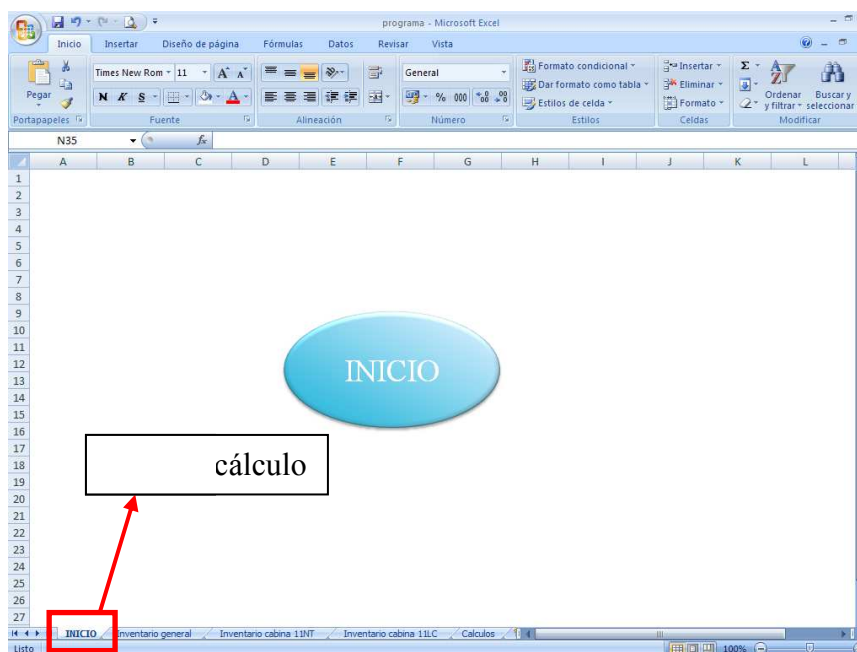


En el caso de que no aparezca el botón de opciones se pueden habilitar las macros de la siguiente forma. Se hace clic en el botón de Microsoft Office y después en opciones de Excel. Ahora se nos abre otra ventana en la que se pincha en Centro de confianza, después en Configuración del Centro de confianza y, a continuación, en Configuración de macros. Ahí aparecerán diferentes opciones para habilitar las macros.

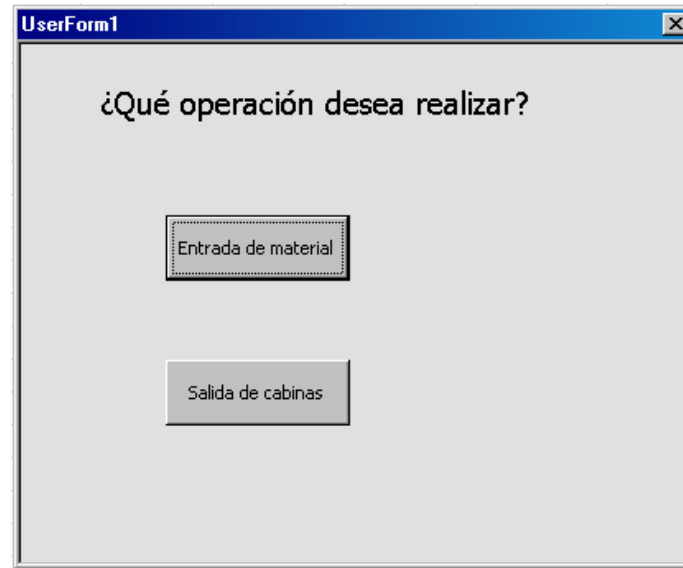




Tras habilitar las macros ya podemos iniciar el programa. Para ello hay que pinchar en el botón llamado “inicio” situado en la hoja de cálculo llamada con el mismo nombre.

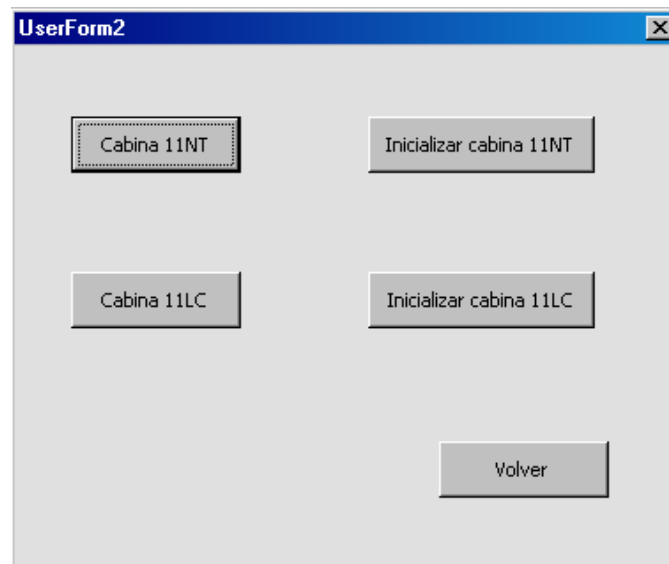


Después de pinchar el botón de inicio se abre una ventana en la que se tienen dos botones.



Si se clicla en el botón llamado “Entrada de material”, el programa le lleva a la hoja donde se encuentra el inventario general de toda la línea de montaje. Ahí se puede modificar la columna “cantidad” si es que han entrado nuevas unidades del material existente. Estas unidades siempre se sumarán a las ya existentes.

Si por el contrario se pincha en el botón llamado “Salida de cabinas” el programa le lleva a otra ventana con cuatro botones.



En esta ventana se puede pinchar en uno de esos cuatro botones o volver a la ventana anterior. Si se pincha en el botón “Cabina 11NT” el programa le lleva a la hoja llamada “inventario general” y en la columna “restantes” resta las piezas que se utilizan en el montaje de una cabina 11NT. Además, en esta hoja aparece una casilla donde se leen las cabinas que se han fabricado hasta el momento. Cada vez que se realice una cabina 11NT habrá que clicar dicho botón para actualizar el inventario. En la siguiente imagen se observa esta hoja llamada “inventario general”.

programa - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Portapapeles Pegar Fuente Alineación General Formato condicional Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Modificar

	A	B	C	D	E	F	G
	REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	RESTANTES		
2	2910549	Tubo de agua Ø6	100	m	96,5		
3	2910543	Tubo de agua Ø3	100	m	98,65		Nº cabinas 11NT fabricadas
4	CAB01	Cable 2x1,5	300	m	283,6		1
5	CAB02	Cable ventilador (calefactor) 3x1,5	100	m	97		
6	CAB03	Cable de tres hilos 4x2,5	100	m	97		
7	20021	Chapa con pletina soldada	30		29		Nº cabinas 11LC fabricadas
8	10000779	Transformador 2,8 KVA	30		29		0
9	TOR16	Tornillo allen M8x15	500		496		
10	AR11	Arandela M8 ala ancha	500		496		
11	139367	Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G	30		29		
12	139368	Base clavija HDC-HA-16-MT	30		29		
13	139369	Base hdcha 16MT 17-32	30		29		
14	TOR17	Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	500		495		
15	70432	Disyuntor magnetotérmico 6-10A	30		29		
16	18250	Interruptor C60N Curva C 1P 10A	30		28		
17	130757	Portafusible 1P 25A 8,5x31,5	50		47		
18	86061	Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG	30		29		
19	86064	Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG	30		29		
20	86060	Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG	30		29		
21	12747	Puente rectificador 25A 500V	30		29		
22	68551	Borna ZDU-4-2	500		483		
23	68552	Borna de tierra ZPE-4-2	100		98		
24	38253	Puente ZQV-4-2	500		493		
25	14500	Tope lateral	50		48		
26	11829	Base adhesiva 30x30 natural	100		91		
27		Numero de bornas (L1,L2,L3,0,0,0...) y unex	500		490		

Inicio Inventario general Inventario cabina 11NT Inventario cabina 11LC Calculos

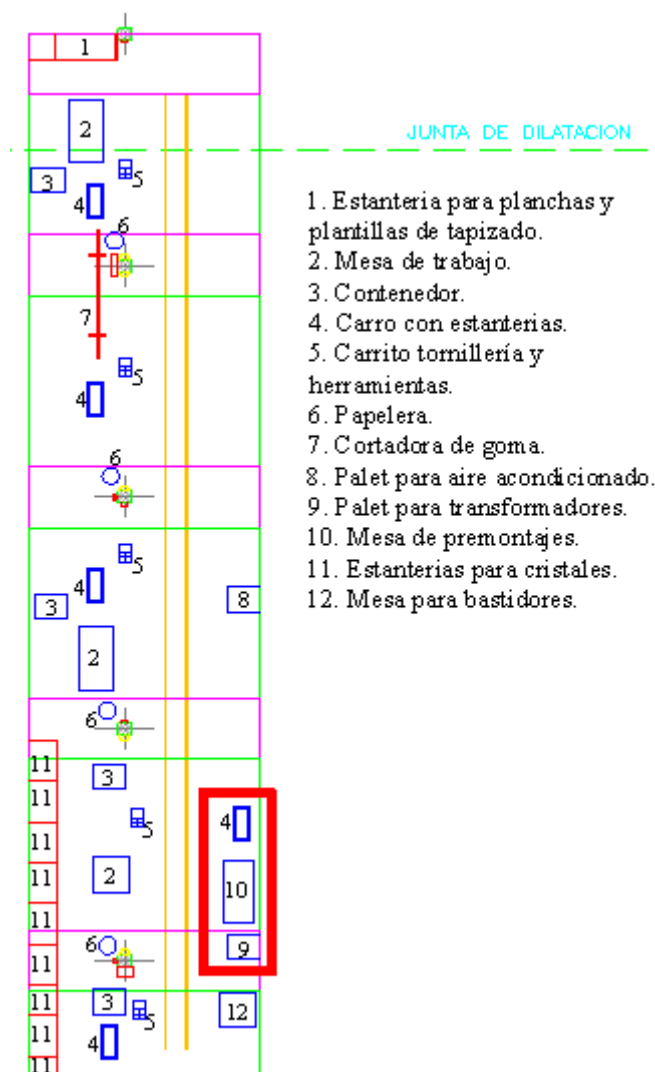
Listo

En el botón “Cabina 11LC” se realizan las mismas operaciones pero para el modelo 11LC. Con los otros dos botones se inicializan el número de cabinas fabricadas a cero. Es decir, la columna “restantes” se iguala a la columna “cantidad”. Esto viene bien cuando se haga un recuento manual del inventario para corregir o ajustar desfases en las cantidades de material existentes. Así, tras inicializar el número de cabinas se colocan las nuevas unidades de material en la columna “cantidad”.

Por lo tanto con este breve programa se consigue llevar un control de las unidades utilizadas de cada material y de las unidades que quedan disponibles en el almacén.

6.2. LAY-OUT PROPUESTO

A continuación se muestra el lay-out que se propone para la nueva organización de la línea de montaje:



Como se puede observar es bastante parecido al visto en el análisis de la situación inicial, pero se ha intentado que, en este último, sólo se encuentren las estanterías, mesas, contenedores y palets necesarios. Por lo tanto, el análisis de las herramientas y las piezas necesarias visto en apartados anteriores ha ayudado a realizar este lay-out.

En la imagen se muestran todos los elementos necesarios en cada estación para montar los modelos de cabinas estudiados y se han eliminado todos los innecesarios. Por este motivo, se puede ver que para la misma superficie de montaje se ha conseguido tener más espacio libre.

Además, se ha incluido una zona de premontajes; el recuadro rojo de la imagen. Se ha decidido colocarla entre las estaciones 4 y 5 porque es en la estación 5 donde se

montan los bastidores, que son elementos bastante pesados, así tienen que recorrer menos distancia.

En cuanto a los contenedores y las mesas tienen ruedas para poder desplazarlos y para facilitar el cambio de modelo, ya que en cada contenedor se colocan las piezas voluminosas de cada modelo. Las dimensiones de los contenedores son 1150 mm de alto, 820 mm de ancho y 1080 mm de fondo.

Las mesas tienen tres tamaños distintos. La mesa de trabajo grande mide 2100 mm de largo y 1150 mm de ancho. La mesa de trabajo pequeña y la mesa para bastidores miden 1150 mm de largo y 1150 mm de ancho. Y la mesa de premontajes mide 2100 mm de largo y 1000 mm de ancho.

Los carros son como los que se muestran en la siguiente figura. En ellos se pueden colocar las estanterías a la altura que mejor convenga. Por lo tanto se puede modificar el carro según la estación y las necesidades que esta requiera. En estos carros se colocan las piezas de pequeño tamaño.



Las dimensiones de este tipo de carros son de 1800 mm de altura, 1100 mm de anchura y 500 mm de fondo.

Aparte de estos carros se propone colocar unos carros más pequeños en los que se puedan ubicar las herramientas y la tornillería necesaria en cada puesto. Estos tienen unas dimensiones de 800 mm de alto, 600 mm de ancho y 350 mm de fondo.

Por último, y como se ha dicho en apartados anteriores, las estanterías para los cristales se mantienen en su posición original. A estas estanterías se les podría colocar una puerta corredera para evitar que los cristales se ensucien y así perder menos tiempo en limpiarlos al realizar el montaje.

6.3. ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS CABINAS

En este apartado se va a analizar el coste de los distintos modelos de cabina para estudiar si es viable la contratación de más operarios. Se va a explicar el desglose completo del coste de una cabina y el cuadro resumen del coste de todos los modelos y el resto serán detalladas en el anexo llamado “Coste cabinas”. El modelo que se va a explicar completo es el 11NT sin aire acondicionado.

El coste de cada modelo se ha dividido en tres costes distintos.

El primero es el coste de los materiales necesarios para fabricar la estructura de la cabina. Se puede observar en la siguiente tabla:

Coste materiales cabina	Kilogramos	€/Kg	Subtotal
Chapa	220,00	0,80	176,00
Perfiles	75,00	2,70	202,50
Total			378,50

El segundo es el coste de fabricar esa estructura y las piezas de chapa utilizadas en el montaje. A continuación, se muestran los tiempos y los costes de los 5 procesos por los que pasan los materiales para conformar la estructura de la cabina. Aquí ya se han tenido en cuenta los tiempos de fabricación de las piezas de chapa que se colocan en la línea de montaje. Por lo tanto en el último coste no se tendrán en cuenta estas piezas.

En esta tabla también se muestra el coste tanto de las máquinas utilizadas en cada proceso como de los operarios necesarios.

Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	Tiempo (min)	Nº operarios	Coste máquina (€/h)	Coste máquina (€/min)	Coste operarios (€/h)	Coste operarios (€/min)	Subtotal máquinas y operarios
CORTE POR LASER	390,00	1,00	76,80	1,28	21,60	0,36	639,60
Piezas estructura	330,00						
Piezas pequeñas	60,00						
PLEGADO	61,27	1,00	4,40	0,07	21,60	0,36	26,55
Suelo	3,33						
Panel lateral	1,67						
Techo	6,67						
Armario eléctrico	2,50						
Trasera	2,50						
Ventana horizontal y vertical	0,67						
Cajón entrada cables	0,61						
Visera	3,33						
Omegas	10,00						
Piezas pequeñas	30,00						
SOLDADURA	390,00	1,00	4,40	0,07	21,60	0,36	169,00
PINTURA	160,00	1,00	68,40	1,14	21,60	0,36	240,00
MONTAJE	480,00	4,00			21,60	0,36	691,20
TOTALES (maq. y oper.)							1766,35

El tercero es el coste de las piezas compradas al exterior que son colocadas en la línea de montaje. En la siguiente tabla se pueden observar estas piezas.

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
2910549	Tubo de agua Ø6	3,5	m	0,405	1,42
2910543	Tubo de agua Ø3	1,35	m	0,3	0,41
CAB01	Cable 2x1,5	16,4	m	0,9	14,76
CAB02	Cable ventilador (calefactor) 3x1,5	3	m	1	3,00
CAB03	Cable de tres hilos 4x2,5	3	m	1,3	3,90
20021	Chapa con pletina soldada	1		0	0,00
10000779	Transformador 2,8 KVA	1		185,8	185,80
TOR16	Tornillo allen M8x15	4		0,11	0,44
AR11	Arandela M8 ala ancha	4		0,04	0,16
139367	Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G	1		15,67	15,67
139368	Base clavija HDC-HA-16-MT	1		7,06	7,06
139369	Base hdcha 16MT 17-32	1		7,06	7,06
TOR17	Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	5		0,05	0,25
70432	Disyuntor magnetotérmico 6-10A	1		53,4	53,40
18250	Interruptor C60N Curva C 1P 10A	2		6,18	12,36
130757	Portafusible 1P 25A 8,5x31,5	3		2,59	7,77
86061	Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG	1		0,24	0,24
86064	Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG	1		0,24	0,24
86060	Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG	1		0,29	0,29
12747	Puente rectificador 25A 500V	1		2,83	2,83
68551	Borna ZDU-4-2	17		0,5989	10,18
68552	Borna de tierra ZPE-4-2	2		1,9015	3,80
38253	Puente ZQV-4-2	7		0,2263	1,58
14500	Tope lateral	2		0,4477	0,90
11829	Base adhesiva 30x30 natural	9		0,17	1,53
	Numeros de bornas (L1,L2,L3,0,0,0...) y unex	10		0,3	3,00
	Pegatinas nombres magnetotermicos	6		0,3	1,80
20006	Bridas	4		0,01	0,04
CAB04	Cable 1x1,5 negro	8,645	m	0,18	1,56
CAB05	Cable 1x1,5 rojo	0,5	m	0,18	0,09
CAB06	Cable 1x4 negro	1,35	m	0,42	0,57
CAB07	Cable 1x1,5 tierra	1,05	m	0,18	0,19
CAB08	Cable 1x2,5 tierra	0,805	m	0,26	0,21
CAB09	Cable 1x4 azul	0,265	m	0,42	0,11
CAB10	Cable 1x4 blanco	0,3	m	0,42	0,13
TOR01	Tornillo hexagonal M10x60	1		0,28	0,28
AR01	Arandela M10 ala ancha	4		0,105	0,42
SIL01	Silicona Simson blanca	1		8,76	8,76
TA001	Planchas tapizado	2,5		43,348	108,37
F175P	Goma F-175	8,06	m	5,8	46,75
10200	Puerta	1		0	0,00

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
TOR03	Tornillo allen M8x80	4		0,32	1,28
AR03	Arandela M8	32		0,0193	0,62
T01	Tuerca M8 autoblocante	16		0,02	0,32
20001	Desviación en forma de F	1		0,45	0,45
6020069	Surtidor	2		1,05	2,10
PHIFA306	Barra de luz fluorescente	1		12,19	12,19
TOR04	Tornillo M4x30 cabeza alomada philips	6		0,06	0,36
11374412B00	Motor limpia 12 voltios	2		45,83	91,66
AR07	Arandela M8 estrella	4		0,06	0,24
10106	Soporte motor (del motor superior)	1		0	0,00
10361	Embelecedor motor inferior	1		0	0,00
20007	Cinta termoretractil	0,02	m	1,8	0,04
11709	Tapa techo panoramico	1		0	0,00
TOR02	Tornillo allen M6x16	4		0,05	0,20
AR02	Arandela M6 ala ancha	9		0,03	0,27
5420189	Cantimplora agua	1		17,9	17,90
TOR05	Tornillo hexagonal M6x15	2		0,05	0,10
10152	Chapas z silentblock	2		0	0,00
AR04	Arandela M4	8		0,005	0,04
T03	Tuerca M4	4		0,01	0,04
1407P6046	Instalación 461	1		259	259,00
TOR19	Tornillo M4x20 cabeza alomada philips	12		0,055	0,66
T02	Tuerca M8 normal	6		0,03	0,18
PUNT01	Puntera 1x1,5	34		0,0263	0,89
PUNT02	Puntera horquilla 2,5	5		0,0667	0,33
PUNT03	Puntera horquilla de 6	2		0,104	0,21
PUNT04	Puntera 1x4	4		0,045	0,18
PUNT05	Puntera phaston 6	4		0,0578	0,23
PUNT06	Puntera 2x1,5	9		0,0532	0,48
PUNT07	Puntera masa 2,5/10	2		0,0586	0,12
PUNT08	Puntera 2x2,5	1		0,0569	0,06
20003	Enchufe 110V	2		1,93	3,86
20004	Enchufe 230V	1		4,16	4,16
20005	Caja donde van los enchufes	1		2,33	2,33
1408P30684	Pegatina de identificación de 110V	1		0,6	0,60
1408P30685	Pegatina de identificación de 230V	1		0,6	0,60
958000020	Bulón	1		0	0,00
AR06	Arandela M12	1		0,0593	0,06
T06	Tuerca M12 autoblocante	1		0,05	0,05
HA5800183	Manilla	1		8,92	8,92
TOR07	Tornillo allen M6x10	3		0,04	0,12
HA6000599	Cerraja	1		8,15	8,15
TOR08	Tornillo gota sebo M8x40	2		0,1	0,20
HA6000600	Juego llaves	1		1,2	1,20
10093	Visera NT	1		0	0,00
20008	Goma adhesiva de 6 mm	1,01	m	4,6	4,65
AR05	Arandela M5	3		0,0064	0,02
T04	Tuerca M5 autoblocante	3		0,007	0,02
TOR06	Tornillo M4x10 cabeza alomada philips	10		0,04	0,40
T05	Tuerca M4 autoblocante	26		0,0066	0,17
10385	Marco ventana NT	1		0	0,00
.0404	Cristal ventana NT	1		31,96	31,96
20012	Parasol vinilo NT	0,955	m	7,5	7,16
10797	Cierre ventana	1		0	0,00
TOR05	Tornillo hexagonal M6x15	1		0,0489	0,05
AR09	Arandela M6	2		0,0129	0,03
T07	Tuerca autoblocante M6	1		0,0074	0,01
12814200	Amortiguador 15 Kg	3		4,45	13,35
.0401-IZ	Cristal lateral izquierdo superior	1		35,01	35,01
.0402-IZ	Cristal lateral izquierdo inferior	1		30,81	30,81

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
.0401-DE	Cristal lateral derecho superior	1		35,01	35,01
.0402-DE	Cristal lateral derecho inferior	1		30,81	30,81
.0406	Cristal curvo inferior NT	1		113,8	113,80
20009/1	Pieza sujeción cristales metálica	8		0,9	7,20
20010/1	Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado	20		1,4	28,00
20009/2	Pieza sujeción cristales plástico	28		0,9	25,20
AR08	Arandela M4 ala ancha	24		0,0136	0,33
E0C04070A00100	Goma en marco cristal de la puerta	2,68	m	1,35	3,62
128	Cristal puerta	1		19,8	19,80
E0C01057A00100	Junquillo en marco cristal de la puerta	2,68	m	0,32	0,86
10095	Embelledor NT	1		0	0,00
20011	Goma adhesiva de 8 mm de espesor	1,005	m	4,9	4,92
MAS01	Masilla Krafft poliuretano rápido K1	5		15,34	76,70
20013	Anagrama Linden Comansa	1		35	35,00
10090	Suelo de goma NT	1		25,85	25,85
11708	Suelo desmontable (chapa) NT	1		17,2	17,20
TOR10	Tornillo hexagonal M10x25	3		0,17	0,51
10242	Parrilla NT	1		0	0,00
TOR11	Tornillo hexagonal M10x20	1		0,1615	0,16
TOR12	Tornillo hexagonal M10x15	1		0,1868	0,19
AR10	Arandela M10	3		0,0376	0,11
T08	Tuerca M10	1		0,0584	0,06
11107	Chapa gatera	1		0	0,00
10205	Colgador (perchero)	1		0	0,00
10161	Botellero	1		0	0,00
REM01	Remache Ø5 mm	8		0,15	1,20
9000101	Extintor	1		16,57	16,57
20014	Soporte extintor	1		0	0,00
TOR13	Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	2		0,032	0,06
1230722GA04	Brazo paralelo normal	2		20,93	41,86
1361650GA04	Escobilla 500mm	2		7,22	14,44
10096	Chapa parasol NT	1		0	0,00
TOR14	Tornillo punta broca 4,8x19	4		0,02	0,08
20016	Cables sueltos	1	bolsa	7	7,00
20017	Metacrilato	1		4,2	4,20
TOR15	Tornillo M14x50	1	bolsa	3,8	3,80
20018	Limpia cristales	1		7,4	7,40
11691	Puerta armario eléctrico NT	1		0	0,00
HA6028392	Cerraja puerta armario electrico	1		2,6	2,60
20026	soporte calefactor	1		0	0,00
20027	calefactor	1		0	0,00
				TOTAL	1575,88

Las piezas que tienen coste cero son las que ya se habían tenido en cuenta en el coste anterior.

Por último se incluye un cuadro resumen con todos los costes agrupados, el precio de venta y el margen de beneficio.

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	378,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	1575,88		
TOTAL CABINA NT	3.720,73	3.795,00	2,0%

Para el resto de los modelos estudiados, este cuadro resumen es el siguiente:

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	391,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	1667,24		
TOTAL CABINA LC	3.825,09	4.020,00	5,1%

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	378,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	2390,97		
TOTAL CABINA NT con a/a	4.535,82	4.669,00	2,9%

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	391,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	2482,33		
TOTAL CABINA LC con a/a	4.640,18	4.895,00	5,5%

Como se observa los márgenes de beneficio son bastante bajos, por lo que no es viable la contratación de nuevos operarios, ya que si se contratase a alguien el beneficio se reduciría o se entraría en pérdidas.

6.4. CÁLCULO DEL PERSONAL NECESARIO

El objetivo de este apartado es definir el número de operarios que son necesarios, tanto en la zona de premontajes como en la línea de montaje. Este objetivo se alcanzará teniendo en cuenta el estudio económico del apartado anterior y mediante el análisis de la producción semanal.

6.4.1. SOLUCIÓN ADOPTADA

La idea inicial era la de tener un operario para cada estación y otro en la zona de premontajes, en total 6 operarios, por lo tanto habría que contratar a dos personas más de las que trabajan actualmente en la línea, pero debido al poco margen de beneficio, esto no es viable económicamente.

Además en cuanto a la producción, como se visualiza en la siguiente tabla, esta es bastante baja como para tener tantos operarios en la línea.

MEDIA DE CABINAS AL AÑO			
11NT	11LC	OTROS	TOTAL
32	48	64	144
MEDIA DE CABINAS AL MES			
11NT	11LC	OTROS	TOTAL
3	5	6	14

Estas son las ventas de cabinas al año y al mes de media, a la semana son unas 3,5 cabinas, de las cuales, de los modelos 11NT y 11LC son 2.

Con todo esto se han estudiado dos opciones, tener 4 personas en la línea de montaje o tener 3 personas. Aquí se va a explicar la opción de las 3 personas (2 en la línea y 1 en premontajes), que es la que se piensa que es la mejor, ya que se tiene a menos operarios desocupados durante un periodo de tiempo. La otra opción será incluida en los anexos en el apartado “Cálculo del personal necesario”.

La propuesta de las 3 personas se detalla mejor en la siguiente tabla, en la que se analizan los dos modelos de cabinas.

Modelo	Zona	Tiempo total (min)	Personas	min/persona	Tiempo ciclo (h/persona)	Cabinas/semana
11NT	Premontajes	73	1	73	1,22	
11NT	Montajes	370	2	185,00	3,08	12,97
11LC	Premontajes	73	1	73	1,22	
11LC	Montajes	378	2	189	3,15	12,70

La tabla se divide en varias columnas, de las cuales, las 4 primeras son los datos de los que partimos. Estos datos son, los modelos de cabinas, las zonas en las que se divide la línea, el tiempo total en cada zona que se requiere para fabricar una cabina y el número de personas en cada zona. De esos datos se pueden obtener el resto de columnas, que son el tiempo de ciclo y las cabinas que se realizarían por semana. Por ejemplo para la zona de montajes del modelo 11NT sería así:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 370 \text{ min.} / 2 \text{ personas} = 185 \text{ min. (3,08 h.)}$$

$$\text{Cabinas} / \text{semana} = 40 \text{ h.} / 3.08 \text{ h.} = 12,97 \text{ cabinas}$$

Según esta distribución, el nivel de ocupación de los operarios, para los dos modelos de cabinas, será el que se muestra en la siguiente tabla:

Modelo	Lugar	Tiempo total (min)	Tiempo inactivo (min)	% inactivo	% ocupación
11NT	Premontajes	185	112	60,54%	39,46%
	E1,E2 y 1ª mitad de E3	185	0	0,00%	100,00%
	2ª mitad de E3, E4 y E5	185	0	0,00%	100,00%
11LC	Premontajes	189	116	61,38%	38,62%
	E1,E2 y 1ª mitad de E3	189	0	0,00%	100,00%
	2ª mitad de E3, E4 y E5	189	0	0,00%	100,00%

En la tabla se observa que los dos operarios que trabajan en las 5 estaciones tienen un 100% de ocupación mientras que el operario situado en los premontajes está cerca de un 40%.

El trabajo que desempeñará cada operario con esta distribución será el siguiente. Los 2 operarios de la zona del montaje se repartirán la línea a medias, uno realizará las dos primeras estaciones y media de la tercera y el otro realizará, la otra media de la tercera y las dos últimas estaciones.

El operario de la zona de premontajes preparará los montajes que son realizados fuera de la línea. Además, en el tiempo que estará inactivo, se ocupará de las labores de logística, como son, reponer material en la línea, pedir material que haga falta, ubicar los materiales que lleguen tanto de los proveedores como de la propia fábrica, etc. También será el encargado de colocar el aire acondicionado y de ayudar en alguna operación de montaje en la que hagan falta dos operarios.

Más concretamente, este operario trabajará a intervalos de dos en dos. Realizará dos premontajes, que le costarán 146 minutos, y el resto del tiempo ($112+112=224$ minutos en el caso del modelo 11NT) realizará las labores de logística.

Con esta distribución se podrían llegar a fabricar hasta 13 cabinas por semana, pero en la actualidad se fabrican 2 cabinas a la semana, por lo tanto, el tiempo que costaría fabricarlas sería el siguiente:

Modelo	Cabinas/ semana	Tiempo ciclo (h/persona)	Línea llena (h/semana)	Línea vacía (h/semana)
11NT	2	3,08	6,17	9,25
11LC	2	3,15	6,30	9,45

Por ejemplo, en el caso de la 11NT, si la línea se encuentra vacía, es decir, no hay cabinas a medio hacer, el tiempo para fabricar 2 cabinas sería de 9,25 horas. Por el contrario si la línea se encuentra llena, ese tiempo sería de 6,17 horas.

En el caso de fabricar 2 cabinas semanales los operarios de las dos zonas realizarían el mismo trabajo que se ha indicado en párrafos anteriores. Tras finalizar el montaje de las 2 cabinas estos operarios se reubicarían a otras zonas de la empresa para realizar otros trabajos.

7. PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: INFRAESTRUCTURA

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
1.1	Mesa móvil con unas dimensiones de 2100 x 1150 mm.	1	650	650
1.2	Mesas móviles con unas dimensiones de 1150 x 1150 mm.	2	550	1100
1.3	Mesa móvil con unas dimensiones de 2100 x 1000 mm.	1	600	600
1.4	Carro con estanterías de dimensiones 1800 x 1100 x 500 mm.	5	400	2000
1.5	Carro tornillería de dimensiones 800 x 600 x 350 mm.	5	300	1500
1.6	Caja de herramientas	5	250	1250
			Total	7100

PRESUPUESTO TOTAL DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN:

1. Total infraestructura.....	7100 €
2. Otros conceptos.....	100 €
3. Subtotal.....	7200 €
4. I.V.A. 18%	1296 €

TOTAL PRESUPUESTO.....8496 €

El presupuesto total del proyecto asciende a la cantidad de ocho mil cuatrocientos noventa y seis euros.

8. CONCLUSIONES

A partir de todos los estudios y mejoras realizadas se tiene que ver si se han cumplido los objetivos propuestos al inicio del proyecto. Para ello se van a analizar los objetivos planteados al inicio, incluyendo en este análisis las mejoras que se han obtenido.

- ✓ Se ha estudiado el estado actual de la línea de montaje para los cuatro modelos de cabinas. En consecuencia, se tienen todos los datos de qué piezas se colocan en cada cabina, cuantas piezas necesita una cabina y como van colocadas, además de las herramientas necesarias en cada puesto y el lay-out, referentes a la línea y a cada modelo de cabina.
- ✓ Se ha reorganizado la línea para su mejor uso dotando a cada estación de un tiempo de ciclo similar para que al trabajar a pleno rendimiento (un operario por estación) no se produzcan cuellos de botella.
- ✓ Al mismo tiempo se han redistribuido las operaciones de montaje de tal modo que en las estaciones se realicen operaciones del mismo tipo, por ejemplo juntar todas las operaciones de tipo eléctrico. Así se consigue tener operarios más especializados en un tipo de tarea.
- ✓ Se reducen los defectos de calidad, además de otro tipo de defectos, debido a la especialización de los operarios.
- ✓ Se dispone de una zona para realizar los premontajes, que al estar colocada a un lado de la línea de montaje puede aumentar de tamaño si en un futuro se estima conveniente.
- ✓ Debido a la distribución propuesta existe la posibilidad de aumentar la producción mediante dos opciones, trabajando más horas con el mismo personal o contratando más personal, ya que como se ha visto, para cumplir con la producción actual no es necesario trabajar toda la semana en la línea.
- ✓ Se ha reducido el tiempo de montaje de las cabinas pasando de 480 minutos a unos 370 minutos de montaje.
- ✓ Se ha despejado la zona de montaje de cualquier material innecesario y se ha dejado sólo el material indispensable en cada puesto. Además se han propuesto colocar ruedas a todas las mesas, carros y contenedores de la línea para que su traslado sea más fácil y rápido.

- ✓ Se ha creado un nuevo puesto de trabajo, el encargado de la logística. Este operario realizará las operaciones de reposición de material agotado, ubicación del material comprado, preparación de los carros para el cambio de modelo, etc. Por este motivo se consigue que los cambios de modelo se realicen más rápido y de manera más eficiente.
- ✓ Se ha creado un programa para el control de inventarios con el que se pretende que se lleve un registro de las cabinas que se realizan y de las piezas que se agotan, y además, que se sepa las piezas que son utilizadas en cada modelo de cabina.
- ✓ Por último, con toda la documentación realizada se ha mejorado y se ha completado la información que se tenía sobre esta línea de montaje.

9. LÍNEAS DE FUTURO

Además de todas las conclusiones asociadas al trabajo realizado en este Proyecto Fin de Carrera, cabe añadir que se considera de máximo interés la continuación del mismo.

Por ello, después del planteamiento de la nueva distribución de la línea, en cuanto a piezas, herramientas y operaciones de montaje, se deberá probar esta nueva distribución. Por lo tanto, se deberán colocar tanto las piezas como las herramientas y las operaciones de montaje según la nueva distribución y realizar una nueva toma de tiempos para ver la magnitud de la mejora obtenida. Una vez vistos que los tiempos de montaje son mejores, se acondicionará la línea de forma permanente para el montaje de cabinas según este nuevo método.

Como herramienta de ayuda a la implantación de esta distribución se podría realizar una implantación de las 5S. Las 5S es la implantación de un método que se puede tomar como un proyecto en sí mismo. Este método se basa en cinco palabras clave que son organización, limpieza, orden, control visual y estandarización. En este caso se van a dar unas breves pinceladas del trabajo que habría que desarrollar.

- ✓ Organización: se analizarán y quitarán los elementos innecesarios que haya en la línea de montaje. Si hay algún elemento que no se utiliza a menudo se estudiará si es necesario incluirlo o no en la línea.
- ✓ Limpieza: se deberán adecuar las zonas dedicadas a los desperdicios generados en la línea de montaje, de tal forma que esos desechos se vayan tirando directamente a los puntos de recogida de material y no se vayan acumulando en las zonas que no son de recogida de basura.
- ✓ Orden: se distribuirán tanto las piezas como las herramientas de tal forma que todo tenga su ubicación en cada puesto de trabajo.
- ✓ Control visual: se marcarán las zonas de todos los elementos de la línea, y se nombrarán los elementos que van en esa zona, para que cada zona sea única y exclusiva del elemento para el que se ha buscado la ubicación. Además se diferenciarán colores, si es un elemento de línea, si es una zona de posición del equipo, si es una zona de rechazo...
- ✓ Estandarización: se observarán si todos los elementos anteriormente descritos se cumplen. Si se encuentra alguna anomalía será solventada por el operario que se encuentre en ese momento en esa zona, haciendo así que se tome conciencia de la importancia de las 5S.

Tras haber implantado este método se podría realizar otro estudio para intentar detectar y corregir nuevas ineficiencias de la línea, y así, poder reducir algo más los tiempos de montaje.

También se podrían estudiar el resto de modelos de cabinas que se fabrican intentando amoldarlos a las distribuciones descritas en este proyecto para conseguir una menor pérdida de tiempo al cambiar de un modelo a otro. Igualmente, lograr que los montajes de esos modelos se realicen en menos tiempo organizando las piezas y las herramientas utilizadas como se ha hecho para los modelos estudiados.

Otra línea que se podría seguir en un futuro para continuar o complementar este proyecto sería la investigación o estudio de la implantación de algún mecanismo o máquina capaz de realizar las operaciones en las que son necesarios dos operarios. Con esta máquina se evitaría la presencia de dos operarios y con uno, el que estuviese en esa estación, sería suficiente.

10. BIBLIOGRAFÍA

- CONCEPTOS DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. García, Ángel Alonso. Ed. Marcombo, 1998.
- ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. Sánchez, Velasco. Ed. Pirámide, 2006.
- ORGANIZACIÓN Y MÉTODOS DE TRABAJO. Aguirre de Mena, Juan M. Rodríguez Fernández, María Mercedes. Tous Zamora, Dolores. Ed. Pirámide, 2002.
- DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS. Lefcovich, Mauricio. www.gestiopolis.com, 2004.
- COMO MEJORAR LOS MÉTODOS DE TRABAJO. Pérez Gutiérrez, Marcial. Ed. Deusto, 1984.
- LOS CINCO PILARES DE LA FÁBRICA VISUAL. Hirano, Hiroyuki. Ed. TGP, 2005.
- COMPETITIVIDAD EN FABRICACIÓN. Suzaki, Hiroyoshi. Ed. TGP, 2003.
- CONTROL DE TIEMPOS Y PRODUCTIVIDAD. Arenas, Jose Manuel. Ed. Paraninfo, 2000.
- MÉTODOS MODERNOS DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN. Larrañeta, Juan. Onieva, Luis. Lozano, Sebastián. Ed. Alianza, 1995.
- REINVENTAR LA FÁBRICA. Harmon, Roy L. Peterson, Leroy D. Ed. Ciencias de la Dirección, 1990.


11. ANEXOS

ÍNDICE

1. PLANOS.....	109
2. LISTADO DE PIEZAS CABINAS COMANSA.....	110
3. TAPIZADOS	118
4. MONTAJE DEL AIRE ACONDICIONADO	119
5. EQUILIBRADO DE LA LÍNEA	120
6. PREMONTAJES	123
7. ÓRDENES DE MONTAJE.....	131
8. CÓDIGO DEL PROGRAMA	139
9. COSTE CABINAS	142
10. CÁLCULO DEL PERSONAL NECESARIO	146

1. PLANOS

Se indica a continuación el archivo de Autocad donde se pueden visualizar tanto el plano general de la fábrica, como la zona de montaje más en detalle. Este archivo está incluido en el CD que se entregará junto con la memoria.

NOMBRE DEL DOCUMENTO	ENLACE
linea_montaje_cabinas	 linea_montaje_cabinas Dibujo de AutoCAD 907 KB

2. LISTADO DE PIEZAS CABINAS COMANSA

Cabina 11NT sin a/a	Cantidades				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Estructura cabina 11NT	1				
TOR01 Tornillo hexagonal 10x60		1			
AR01 Arandela M10 ala ancha		1			
SIL01 Silicona Simson blanca					
11709 Tapa techo panoramico		1			
TOR02 Tornillo allen 6x16			4		
AR02 Arandela M6 ala ancha			4		
TA001 Pieza tapizado lateral derecho 54x199,5 cm		1			
TA001 Plancha tapizado 147x209 cm			1		
TA001 Pieza tapizado lateral izquierdo 196x33,5 cm		1			
TA001 Pieza tapizado trasera 11x195,5 cm		1			
TA001 Pieza tapizado trasera arriba 62,5x17 cm		1			
TA001 Pieza tapizado techo trasero 52x101,5 cm		1			
TA001 Pieza tapizado techo delantero 101x67,5 cm		1			
10200 Puerta		1			
TA001 Pieza tapizado puerta 53,5x76 cm			1		
TOR03 Tornillo allen 8x80 (engrasado)			2		
AR03 Arandela M8			4		
T01 Tuerca M8 autoblocante			2		
F175P Goma F175 marco puerta		4700 mm			
F175P Rollo goma F175			100 m		
F175P Goma F175 ventana cabina		3360 mm			
2910549 Tubo agua Ø6		1500 mm			
2910543 Tubo agua Ø3		150 mm			
2910543 Tubo agua Ø3		1200 mm			
20001 Desviación en forma de F		1			
6020069 Surtidor		2			
12814200 Amortiguador puerta 15 Kg		1			
AR03 Arandela M8			4		
T01 Tuerca hexagonal M8 autoblocante			2		
1407P6046 Instalación 461		1			
TOR19 Tornillo alomado M4x20 cabeza estrella (philips)			12		
11692 Bastidor		1			
AR03 Arandela M8 normal			6		
T02 Tuerca M8 normal			6		
20002 Conjunto enchufes 110V y 230V		1			
20003 Enchufe 110V			2		
20004 Enchufe 230V			1		
20005 Caja donde van los enchufes (viene con tornillos)			1		
1408P30684 Pegatina de identificación de 110V			1		
1408P30685 Pegatina de identificación de 230V			1		
PHIFA306 Barra luz fluorescente con interruptor		1			
TOR04 Tornillo cabeza alomada M4x30 philips			2		
11829 Adhesivo portabridas		3			
20006 Bridas		3			
10152 z silentblock		2			
AR04 Arandela M4			2		
T03 Tuerca M4			2		
5420189 Cantimplora agua		1			
TOR05 Tornillo hexagonal M6x15			2		
AR02 Arandela M6 ala ancha			4		

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
CAB01 Cable motor superior limpia 2x1,5 mm2		4500 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB01 Cable motor inferior limpia 2x1,5 mm2		3600 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB01 Cable luz cabina 2x1,5 mm2		800 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB01 Cable motor bomba limpia (MBL) 2x1,5 mm2		7500 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB02 Cable ventilador (calefactor) 3x1,5 mm2		3000 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB03 Cable de tres hilos 4x2,5 mm2		3000 mm			
0 Puntera			3		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
20007 Cinta termoretractil		2x10 cm			
20007 Rollo cinta termoretractil			5 m		
10093 Visera			1		
20008 Goma adhesiva de 6 mm			1010 mm		
20008 Rollo de goma adhesiva 6 mm				400 m	
AR05 Arandela M5			3		
T04 Tuercas M5 autoblocantes			3		
TOR06 Tornillo cabeza alomada M4x10 philips			2		
AR04 Arandela M4			4		
T05 Tuercas M4 autoblocantes			2		
958000020 Bulón			1		
AR06 Arandela M12			1		
T06 Tuerca M12 autoblocante			1		
HA5800183 Manilla			1		
TOR07 Tornillo allen 6x10			3		
HA6000599 Cerraja			1		
TOR08 Tornillo gota sebo M8x40			2		
AR03 Arandela M8			2		
T01 Tuerca M8 autoblocante			2		
HA6000600 Juego llaves			1		
20006 Brida			1		
10106 Soporte motor (del motor superior limpia)			1		
AR03 Arandela M8			4		
T01 Tuerca M8 autoblocante			4		
11374412B00 Motor superior limpia 12 voltios			1		
AR07 Arandela M8 estrella			2		
11374412B00 Motor inferior limpia 12 voltios			1		
AR07 Arandela M8 estrella			2		
10361 Embellecedor motor inferior			1		
.0401-IZ Cristal lateral izquierdo superior			1		
TOR09 Tornillo M4x10			2		
20009 Conjunto sujeción cristales sin tornillo			2		
20009/1 Pieza sujeción cristales metálica				1	
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico				1	
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo			2		
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado				1	
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico				1	
AR08 Arandela ala ancha M4				1	
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro				1	

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
.0402-IZ Cristal lateral izquierdo inferior	1				
TOR09 Tornillo M4x10		2			
20009 Conjunto sujeción cristales sin tornillo		2			
20009/1 Pieza sujeción cristales metálica			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0401-DE Cristal lateral derecho superior	1				
TOR09 Tornillo M4x10		2			
20009 Conjunto sujeción cristales sin tornillo		2			
20009/1 Pieza sujeción cristales metálica			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0402-DE Cristal lateral derecho inferior	1				
TOR09 Tornillo M4x10		2			
20009 Conjunto sujeción cristales sin tornillo		2			
20009/1 Pieza sujeción cristales metálica			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0406 Cristal curvo inferior	1				
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo		8			
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					
10095 Embellecedor	1				
20011 Goma adhesiva de 8 mm de espesor		1005 mm			
20011 Rollo de goma adhesiva de 8 mm		200 m			
TOR04 Tornillo cabeza alomada M4x30 (cabeza estrella)		4			
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro		4			
AR08 Arandela ala ancha M4		4			
10385 Marco ventana	1				
TOR03 Tornillo allen 8x80		2			
AR03 Arandela M8		4			
T01 Tuerca M8 autoblocante		2			
.0404 Cristal ventana	1				
20010 Conjunto sujeción cristales con tornillo		4			
20010/1 Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujeción cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
20012 Parasol vinilo		955 mm			
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
10797 Cierre ventana	1				
TOR05 Tornillo hexagonal M6x15	1				
AR09 Arandela M6	2				
T07 Tuerca autoblocante M6	1				
AR02 Arandela M6 ala ancha	1				
12814200 Amortiguador ventana 15 Kg	2				
AR03 Arandela M8	4				
T01 Tuerca hexagonal M8 autoblocante	2				
20013 Anagrama Linden Comansa	1				
E0C04070A00100 Goma en marco cristal de la puerta	2680 mm				
128 Cristal puerta	1				
E0C01057A00100 Junquillo en marco cristal de la puerta	2680 mm				
10090 Suelo de goma	1				
11708 Suelo desmontable (chapa donde pegas la goma)	1				
TOR10 Tornillo M10x25 cabeza hexagonal	3				
AR01 Arandela M10 ala ancha	3				
10242 Parrilla	1				
TOR11 Tornillo hexagonal M10x20	1				
TOR12 Tornillo hexagonal M10x15	1				
AR10 Arandela M10	3				
T08 Tuerca M10	1				
10161 Botellero	1				
REM01 Remache Ø5 mm	2				
10205 Colgador (perchero)	1				
REM01 Remache Ø5 mm	2				
9000101 Extintor	1				
20014 Soporte extintor	1				
TOR13 Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	2				
11107 Chapa gatera	1				
REM01 Remache Ø5 mm	4				
20015 Brazos limpia	2				
1230722GA04 Brazo paralelo normal	1				
1361650GA04 Escobilla 500mm	1				
10096 Chapa parasol	1				
TOR14 Tornillo punta broca 4,8x19	4				
20016 Cables sueltos					
20017 Metacrilato	1				
TOR15 Tornillos 14x50					
20018 Limpia cristales					
11691 Puerta armario eléctrico	1				
HA6028392 Cerraja puerta armario electrico	1				

Cabina 11LC sin a/a	Cantidades				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Estructura cabina 11LC sin aire acondicionado	1				
TOR01 Tornillo hexagonal 10x60	1				
AR01 Arandela M10 ala ancha	1				
SIL01 Silicona Simson blanca					
11709 Tapa techo panorámico	1				
TOR02 Tornillo allen 6x16	4				
AR02 Arandela M6 ala ancha	4				
TA001 Pieza tapizado lateral derecho	1				
TA001 Plancha tapizado 147x209 cm	1				
TA001 Pieza tapizado lateral izquierdo	1				
TA001 Pieza tapizado trasera	1				
TA001 Pieza tapizado trasera arriba	1				
TA001 Pieza tapizado techo trasero	1				
TA001 Pieza tapizado techo delantero	1				
10200 Puerta	1				
TA001 Pieza tapizado puerta 53,5x76 cm	1				
TOR03 Tornillo allen 8x80 (engrasado)	2				
AR03 Arandela M8	4				
T01 Tuerca M8 autoblocante	2				
F175P Goma F175 marco puerta	4700 mm				
F175P Rollo goma F175	100m				
F175P Goma F175 ventana cabina	3360 mm				
2910549 Tubo agua Ø6	1500 mm				
2910543 Tubo agua Ø3	150 mm				
2910543 Tubo agua Ø3	1200 mm				
20001 Desviación en forma de F	1				
6020069 Surtidor	2				
12814200 Amortiguador puerta 15 Kg	1				
AR03 Arandela M8	4				
T01 Tuerca hexagonal M8 autoblocante	2				
1407P6046 Instalación 461	1				
TOR19 Tornillo alomado M4x20 cabeza estrella (philips)	12				
11645 Bastidor	1				
AR03 Arandela M8 normal	6				
T02 Tuerca M8 normal	6				
20002 Conjunto enchufes 110V y 230V	1				
20003 Enchufe 110V	2				
20004 Enchufe 230V	1				
20005 Caja donde van los enchufes (viene con tornillos)	1				
1408P30684 Pegatina de identificación de 110V	1				
1408P30685 Pegatina de identificación de 230V	1				
PHIFA306 Barra luz fluorescente con interruptor	1				
TOR04 Tornillo cabeza alomada M4x30 philips	2				
11829 Adhesivo portabridas	3				
20006 Bridas	3				
10152 z silentblock	2				
AR04 Arandela M4	2				
T03 Tuerca M4	2				
5420189 Cantimplora agua	1				
TOR05 Tornillo hexagonal M6x15	2				
AR02 Arandela M6 ala ancha	4				
CAB01 Cable motor superior limpia 2x1,5 mm2	4500 mm				
0 Puntera	2				
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
CAB01 Cable motor inferior limpia 2x1,5 mm2		3600 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB01 Cable luz cabina 2x1,5 mm2		800 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB01 Cable motor bomba limpia (MBL) 2x1,5 mm2		7500 mm			
0 Puntera			2		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
CAB03 Cable de tres hilos 4x2,5 mm2		3000 mm			
0 Puntera			3		
0 Unex (+,-,0,1,...,9)					
20007 Cinta termoretractil		2x10 cm			
20007 Rollo cinta termoretractil			5 m		
10164 Visera			1		
20008 Goma adhesiva de 6 mm			1280 mm		
20008 Rollo de goma adhesiva 6 mm				400 m	
AR05 Arandela M5			3		
T04 Tuercas M5 autoblocantes			3		
TOR06 Tornillo cabeza alomada M4x10 philips			2		
AR04 Arandela M4			4		
T05 Tuercas M4 autoblocantes			2		
958000020 Bulón			1		
AR06 Arandela M12			1		
T06 Tuerca M12 autoblocante			1		
HA5800183 Manilla			1		
TOR07 Tornillo allen 6x10				3	
HA6000599 Cerraja			1		
TOR08 Tornillo gota sebo M8x40				2	
AR03 Arandela M8				2	
T01 Tuerca M8 autoblocante				2	
HA6000600 Juego llaves			1		
20006 Brida				1	
10106 Soporte motor (del motor superior limpia)			1		
AR03 Arandela M8				4	
T01 Tuerca M8 autoblocante				4	
11374412B00 Motor superior limpia 12 voltios			1		
AR07 Arandela M8 estrella				2	
11374412B00 Motor inferior limpia 12 voltios			1		
AR07 Arandela M8 estrella				2	
10361 Embellecedor motor inferior				1	
.0401-IZ Cristal lateral izquierdo superior			1		
TOR09 Tornillo M4x10				2	
20009 Conjunto sujección cristales sin tornillo				2	
20009/1 Pieza sujección cristales metálica					1
20009/2 Pieza sujección cristales plástico					1
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo				2	
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado					1
20009/2 Pieza sujección cristales plástico					1
AR08 Arandela ala ancha M4					1
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro					1
.0402-IZ Cristal lateral izquierdo inferior			1		
TOR09 Tornillo M4x10				2	
20009 Conjunto sujección cristales sin tornillo				2	
20009/1 Pieza sujección cristales metálica					1
20009/2 Pieza sujección cristales plástico					1

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0401-DE Cristal lateral derecho superior		1			
TOR09 Tornillo M4x10			2		
20009 Conjunto sujección cristales sin tornillo		2			
20009/1 Pieza sujección cristales metálica			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0402-DE Cristal lateral derecho inferior		1			
TOR09 Tornillo M4x10			2		
20009 Conjunto sujección cristales sin tornillo		2			
20009/1 Pieza sujección cristales metálica			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo		2			
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
.0406 Cristal curvo inferior		1			
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo		8			
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado			1		
20009/2 Pieza sujección cristales plástico			1		
AR08 Arandela ala ancha M4			1		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			1		
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					
10136 Embellecedor		1			
20011 Goma adhesiva de 8 mm de espesor			1280 mm		
20011 Rollo de goma adhesiva de 8 mm				200 m	
TOR04 Tornillo cabeza alomada M4x30 (cabeza estrella)			4		
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro			4		
AR08 Arandela ala ancha M4			4		
10197 Marco ventana		1			
TOR03 Tornillo allen 8x80			2		
AR03 Arandela M8			4		
T01 Tuerca M8 autoblocante			2		
.0404 Cristal ventana			1		
20010 Conjunto sujección cristales con tornillo			4		
20010/1 Pieza sujección cristales metálica con tornillo soldado				1	
20009/2 Pieza sujección cristales plástico				1	
AR08 Arandela ala ancha M4				1	
T05 Tuerca hexagonal M4 autoseguro				1	
20012 Parasol vinilo				1240 mm	
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					
MAS01 Masilla Krafft poliuretano rápido K1					
10797 Cierre ventana		1			
TOR05 Tornillo hexagonal M6x15			1		
AR09 Arandela M6			2		
T07 Tuerca autoblocante M6			1		
AR02 Arandela M6 ala ancha			1		

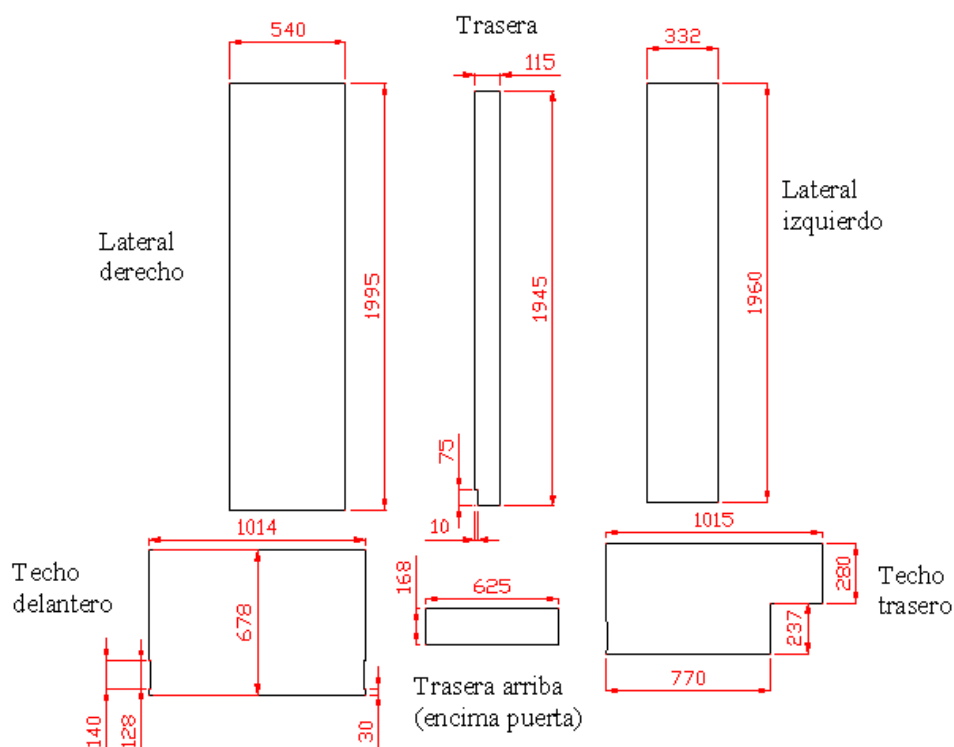
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
12814200 Amortiguador ventana 15 Kg		2			
AR03 Arandela M8			4		
T01 Tuerca hexagonal M8 autoblocante			2		
20013 Anagrama Linden Comansa		1			
E0C04070A00100 Goma en marco cristal de la puerta		2680mm			
128 Cristal puerta		1			
E0C01057A00100 Junquillo en marco cristal de la puerta		2680mm			
10195 Suelo de goma		1			
10187 Suelo desmontable (chapa donde pegas la goma)			1		
TOR10 Tornillo M10x25 cabeza hexagonal			3		
AR01 Arandela M10 ala ancha			3		
10204 Parrilla		1			
TOR11 Tornillo hexagonal M10x20			1		
TOR12 Tornillo hexagonal M10x15			1		
AR10 Arandela M10			3		
T08 Tuerca M10			1		
20022 Altavoz		1			
TOR13 Tornillo rosca-chapa M5x20 mm			4		
20023 Radio-CD		1			
TOR18 Tornillo M5x15 hexagonal			4		
AR12 Arandela M5 ala ancha			4		
20024 Embellecedor radio			1		
10180 Adaptador (estabilizador)		1			
20025 Antena		1			
10161 Botellero		1			
REM01 Remache Ø5 mm			2		
10205 Colgador (perchero)		1			
REM01 Remache Ø5 mm			2		
9000101 Extintor		1			
20014 Soporte extintor			1		
TOR13 Tornillo rosca-chapa M5x20 mm				2	
9308 Chapa gatera		1			
REM01 Remache Ø5 mm			4		
20015 Brazos limpia		2			
1230722GA04 Brazo paralelo normal			1		
1361650GA04 Escobilla 500mm			1		
10168 Chapa parasol		1			
TOR14 Tornillo punta broca 4,8x19			4		
20016 Cables sueltos					
20017 Metacrilato		1			
TOR15 Tornillos 14x50					
20018 Limpia cristales					
11320 Puerta armario eléctrico		1			
11341 Cerraja puerta armario electrico		1			

Las piezas utilizadas en los modelos 11NT y 11LC con aire acondicionado son las mismas que en los modelos sin aire acondicionado salvo que la pieza “Tapa techo panoramic” se cambia por estas:

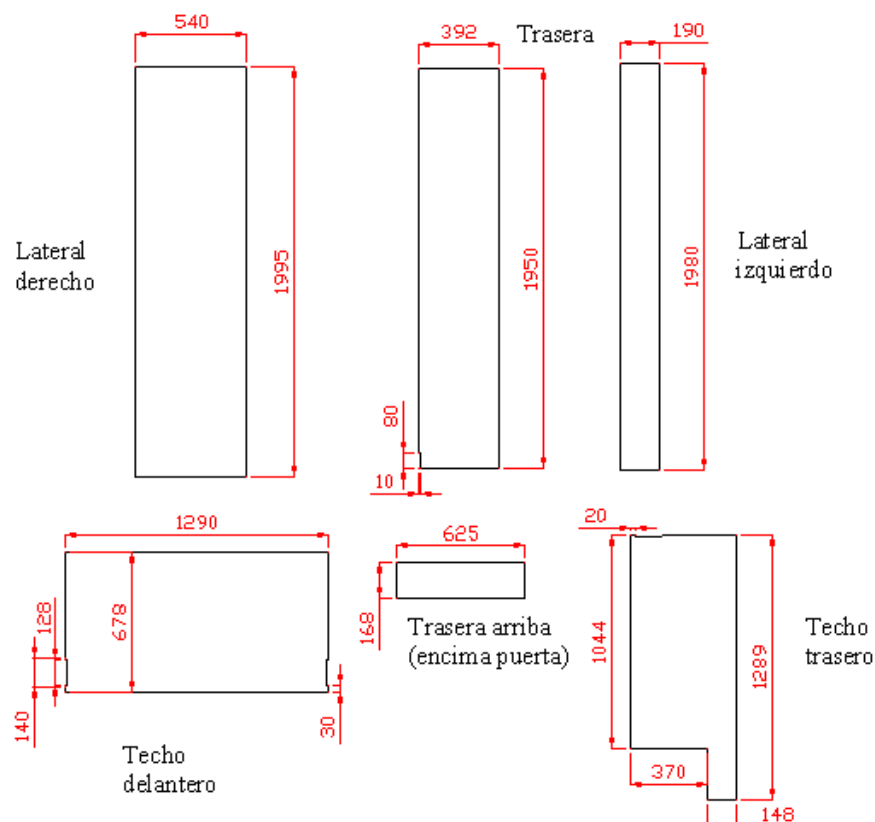
958500193 Aire acondicionado tipo B2200	1			
12705 Soporte mando aire acondicionado		1		
TOR06 Tornillo M4x10 cabeza alomada philips			2	
AR04 Arandela M4			2	

3. TAPIZADOS

Comansa 11NT



Comansa 11LC



4. MONTAJE DEL AIRE ACONDICIONADO

SUJECION DEL COMPRESOR POR EL INTERIOR:



Se coloca el compresor en el techo de la cabina centrado al marco de perfiles y se atornilla con las dos chapas plegadas que vienen con el aire según se ve en la foto.

El tornillo que hay que usar es el que viene en el A/A cabeza allen M6 x 30

Hay que empalmar el cable de fuerza con las regletas que vienen en el A/A.

MONTAJE DE LA CARCASA INTERIOR:



La carcasa exterior hay que desmontarle los paneles laterales para poder operar

Se ponen 4 ovalillos utilizados para lebrero donde se va a anclar al compresor con tornillo de cabeza allen de M6 x 10

Se montan las rejillas que actúan como filtros según la de la izda de la foto

Se pone la GOMA INTERMEDIA pegada.

5. EQUILIBRADO DE LA LÍNEA

Distribución actual:

- Operaciones de montaje para el modelo 11NT sin aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Premontajes									10		15							48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

- Operaciones de montaje para el modelo 11NT con aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Premontajes									10		15					48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

- Operaciones de montaje para el modelo 11LC sin aire acondicionado:

Estaciones																																																	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Premontajes										10		15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

- Operaciones de montaje para el modelo 11LC con aire acondicionado:

Estaciones																																																	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Premontajes										10		15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

Distribución propuesta 1:

- Operaciones de montaje para el modelo 11NT sin aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Premontajes									10		15						48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</

- Operaciones de montaje para el modelo 11NT con aire acondicionado:

Estaciones																																													Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Premontajes									10		15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</

- Operaciones de montaje para el modelo 11LC sin aire acondicionado:

[illegible]

- Operaciones de montaje para el modelo 11LC con aire acondicionado:

Estaciones																																																	Total
Premontajes										10							15								48																73								
Estación 1	7	21	12	15	3	5	2	7					15				18	5	2					25																72									
Estación 2																																																	65
Estación 3																																																	70
Estación 4																																																	78
Estación 5																																																	103
Operaciones de montaje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	49	42	43	44	45	46	47	48

La distribución propuesta 2 es la que se ha explicado dentro de la memoria y es la que se cree que hay que implantar.

6. PREMONTAJES

PARA AMBOS MODELOS (11NT Y 11LC):

- Piezas colocadas en el bastidor:

	Cantidades		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
20020 Chapa con pletina soldada	1		
10000779 Transformador 2,8 KVA 400-480/230/14	1		
TOR16 Tornillo allen 8x15			4
AR11 Arandela M8 ala ancha			4
20019 Conjunto clavija	1		
139367 Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G (WEI 1788040000)			1
139368 Base clavija HDC-HA-16-MT (WEI 1896830000)			1
139369 Base hdcha 16MT 17-32 (WEI 1896840000)			1
TOR17 Tornillo M4x15 cabeza alomada philips			4
70432 Disyuntor magnetotérmico 6-10A (3 polos)(TEE GV2RT14)	1		
18250 Interruptor C60N Curva C 1P 10A (1 polo) (MG 24310)	2		
130757 Portafusible 1P 25A 8,5x31,5 (TEE DF81)	3		
86061 Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG (CRADY 0101045)			1
86064 Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG (CRADY 0101065)			1
86060 Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG (CRADY 0101035)			1
12747 Puente rectificador 25A 500V (FAGOR FB2510)	1		
TOR17 Tornillo M4x15 cabeza alomada philips			1
68551 Borna ZDU-4-2 (WEI 1770370000)			17
68552 Borna de tierra ZPE-4-2 (WEI 1770380000)			2
38253 Puente ZQV-4-2 (WEI 1608950000)			7
14500 Tope lateral (WEI 1061200000)	2		
0 Numeros de bornas (L1,L2,L3,0,0,0,230,230,110,+,+,+,-,-,-,ML,MBL)			
11829 Base adhesiva 30x30 natural (1256)			6
0 Pegatinas nombres magnetotermicos			
20006 Bidas			
0 Cables para la conexión			

- upna**
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa
- Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresaltatu dira

CABINA 11NT:

- Cables para la conexión de los elementos del bastidor:

1x1.5 rojo:

- Se utiliza para puentear los diferentes pines de la base clavija.
- Se puentean los mismos pines que en la 11LC y además del 5 al 25

1x1.5 negro:

- Longitud: 505 mm
- De 110 trafo a MTT110.
- Extremo a 110 con horquilla de 2.5.
- Otro extremo con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 510 mm
- De L1 a 1L1
- Los dos extremos con puntera 1x1.5
- Unex L1

1x4 negro:

- Longitud: 470 mm
- De 14 a FURC
- Extremo de 14 con horquilla de 6
- Otro extremo con puntera 1x4

1x4 negro:

- Longitud: 655 mm
- De 0 trafo a puente rectificador
- Extremo de 0 con horquilla de 6
- Otro extremo con phaston 6

1x1.5 negro: (2 cables, corto y largo)

- Longitud: 355 mm y 995 mm
- De MTT2 a FUUA2
- Cable largo a 230 con puntera 1x1.5
- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Cable corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 495 mm
- De 230 trafo a MT230
- Extremo de 230 con horquilla de 2.5
- Otro extremo puntera 1x1.5

1x1.5 negro: (4 cables, 2 cortos, uno mediano y uno largo)

- Longitud: 2 de 110 mm, 630 mm y 795 mm
- De 0 trafo a 0 regleta
- Extremo del mediano a 0 trafo con horquilla de 2.5
- Largo y mediano unidos por puntera 2x1.5

- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Corto y corto unidos por puntera 2x1.5
- Extremo del corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 760 mm
- De 2T1 a 0
- Extremo de 0 con horquilla de 2.5
- Otro extremo con puntera de 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 730 mm
- De 6T3 a 400
- Extremo a 400 con horquilla de 2.5
- Otro extremo puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 135 mm
- De FUUA2 a 220 regleta
- En los dos extremos punteras 1x1.5

1x1.5 negro: (3 cables, corto, mediano y largo)

- Longitud: 110 mm, 360 mm y 990 mm
- De MTT110 a FUUA1
- Extremo del mediano con puntera de 1x1.5
- Mediano y largo unidos por puntera 2x1.5
- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Extremo del corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 445 mm
- De 4T2 a 5L3
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 135 mm
- De FUUA1 a 110 regleta
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

1x2.5 tierra: (2 cables, corto y mediano)

- Longitud: 305 mm y 500 mm
- De tierra a tornillo del trafo
- Extremo del corto con masa 2.5/10
- Corto y mediano unidos por puntera 2x2.5
- Extremo del mediano con masa 2.5/10

1x1.5 tierra: (3 cables, 2 cortos y largo)

- Longitud: 2 de 115 mm y 820 mm
- De tierra regleta a tierra enchufe cabina

- Extremo del corto con puntera de 1x1.5
- Corto y corto unidos por puntera 2x1.5
- Corto y largo unidos con puntera 2x1.5
- Extremo del largo con puntera 1x1.5

1x4 azul:

- Longitud: 265 mm
- Del + al rectificador
- Extremo del + con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x4 blanco:

- Longitud: 300 mm
- Del – al rectificador
- Extremo del – con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x4 negro:

- Longitud: 225 mm
- De FURC a rectificador
- Extremo del FURC con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x1.5 negro:

- Longitud: 475 mm
- De L2 a 3L2
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

CABINA 11LC:

- Cables para la conexión de los elementos del bastidor:

1x1.5 rojo:

- Se utiliza para puentear los diferentes pines de la base clavija.

1x1.5 negro:

- Longitud: 795 mm
- De 110 trafo a MT110.
- Extremo a 110 con horquilla de 2.5.
- Otro extremo con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 290 mm
- De L1 a 1L1
- Los dos extremos con puntera 1x1.5

1x4 negro:

- Longitud: 795 mm
- De 14 a FURC
- Extremo de 14 con horquilla de 6
- Otro extremo con puntera 1x4

1x4 negro:

- Longitud: 965 mm
- De 0 trafo a puente rectificador
- Extremo de 0 con horquilla de 6
- Otro extremo con phaston 6

1x1.5 negro: (2 cables, corto y largo)

- Longitud: 570 mm y 1915 mm
- De MT230 a FUUA2
- Cable largo a 230 con puntera 1x1.5
- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Cable corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 780 mm
- De 230 trafo a MT230
- Extremo de 230 con horquilla de 2.5
- Otro extremo puntera 1x1.5

1x1.5 negro: (4 cables, 2 cortos, uno mediano y uno largo)

- Longitud: 2 de 115 mm, 715 mm y 1675 mm
- De 0 trafo a 0 regleta
- Extremo del mediano a 0 trafo con horquilla de 2.5
- Largo y mediano unidos por puntera 2x1.5
- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Corto y corto unidos por puntera 2x1.5

- Extremo del corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 1140 mm
- De 2T1 a 0
- Extremo de 0 con horquilla de 2.5
- Otro extremo con puntera de 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 1085 mm
- De 6T3 a 400
- Extremo a 400 con horquilla de 2.5
- Otro extremo puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 490 mm
- De FUUA2 a 220 regleta
- En los dos extremos punteras 1x1.5

1x1.5 negro: (3 cables, corto, mediano y largo)

- Longitud: 125 mm, 610 mm y 1925 mm
- De MT110 a FUUA1
- Extremo del mediano con puntera de 1x1.5
- Mediano y largo unidos por puntera 2x1.5
- Largo y corto unidos por puntera 2x1.5
- Extremo del corto con puntera 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 725 mm
- De 4T2 a 5L3
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

1x1.5 negro:

- Longitud: 515 mm
- De FUUA1 a 110 regleta
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

1x2.5 tierra: (2 cables, corto y mediano)

- Longitud: 270 mm y 550 mm
- De tierra a tornillo del trafo
- Extremo del corto con masa 2.5/10
- Corto y mediano unidos por puntera 2x2.5
- Extremo del mediano con masa 2.5/10

1x1.5 tierra: (3 cables, 2 cortos y largo)

- Longitud: 2 de 120 mm y 1745 mm
- De tierra regleta a tierra enchufe cabina
- Extremo del corto con puntera de 1x1.5
- Corto y corto unidos por puntera 2x1.5

- Corto y largo unidos con puntera 2x1.5
- Extremo del largo con puntera 1x1.5

1x4 azul:

- Longitud: 300 mm
- Del + al rectificador
- Extremo del + con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x4 blanco:

- Longitud: 300 mm
- Del – al rectificador
- Extremo del – con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x4 negro:

- Longitud: 310 mm
- De FURC a rectificador
- Extremo del FURC con puntera 1x4
- Otro extremo con phaston 6

1x1.5 negro:

- Longitud: 475 mm
- De L2 a 3L2
- En los dos extremos punteras de 1x1.5

7. ÓRDENES DE MONTAJE

CABINA 11NT:

PREMONTAJES:

a. Preparar instalación de agua.

Tubos: Ø6 longitud 1500 mm.

Ø3 longitud 1200 mm.

Ø3 longitud 2500 mm (solo para la LCL).

Ø3 longitud 150 mm.

b. Preparar instalación eléctrica.

Cables: Motor superior 2x1.5, longitud 4500 mm.

Motor inferior 2x1.5, longitud 3600 mm.

Luz cabina 2x1.5, longitud 800 mm.

Motor bomba limpia 2x1.5, longitud 7500 mm.

Cable de tres hilos 4x2.5, longitud 3000 mm.

Ventilador (calefactor) 3x1.5, longitud 3000 mm.

c. Preparar el bastidor.

Ver archivo de Word “Cables bastidor 11NT”.

1. PUESTO:

a. Verificar y retocar la masilla y la pintura. Limpiar el polvo.

b. Cortar el tapizado de la cabina y de la puerta.

La cabina 11LC XL o LCL XL lleva tapizado grueso y plantillas especiales.

c. Tapizar la cabina.

d. Colocar la goma F-175.

Pegar los extremos con loctite.

e. Tapizar la puerta.

f. Colocar la puerta.

Tornillos allen 8x80 inoxidable.

Arandelas M8 (una a cada lado).

Tuerca autoblocante M8.

g. Colocar la tapa trampilla del hueco del aire acondicionado.

4 tornillos allen 6x20 y 4 arandelas ala ancha M6.

h. Poner la visera.

3 arandelas M5 y 3 tuercas autoblocantes M5.

2 tornillos cabeza alomada 4x10.

4 arandelas M4 (2 para cada tornillo, 1 a cada lado)
2 tuercas autoblocantes M4.

2. PUESTO:

a. Colocar la instalación de agua.

Juego de tubos de agua preparados en el premontaje.

1 derivación en forma de F.

2 surtidores.

b. Colocar la instalación eléctrica.

Juego de cables preparados en el premontaje.

c. Colocar la barra de luz.

2 tornillos cabeza alomada 4x30 philips.

d. Montar la cantimplora.

2 tornillos cabeza hexagonal 6x15.

4 arandelas M6 ala ancha (una a cada lado del tornillo).

e. Montar, conectar y aislar los motores limpia.

Soporte motor superior con 4 arandelas M8 y 4 tuercas M8 autoblocantes.

Motor superior limpia 12 voltios con 2 arandelas M8 estrella.

Motor inferior limpia 12 voltios con 2 arandelas M8 estrella y 1 embellecedor.

Cinta termorretractil.

f. Colocar chapas z silentblock.

4 arandelas M4 cincadas (2 en cada chapa).

4 tuercas M4 normales (2 en cada chapa).

g. Colocar anagrama Linden Comansa.

Anagrama centrado en el panel derecho según está sentado en la cabina.

3. PUESTO:

a. Colocar instalación 461.

12 tornillos cabeza alomada M4x20 philips.

b. Montar la manilla, la cerraja de la puerta, el bulón de la cerraja y colgar las llaves.

Manilla: 3 tornillos allen 6x10.

Cerraja: 2 tornillos gota sebo M8x40, 2 arandelas M8 ala ancha y 2 tuercas autoblocantes M8.

Bulón: Arandela M12 y tuerca M12 autoblocante.

Juego de llaves colgadas con una brida.

c. Montaje ventana.

- Limpiar el marco y retocar si fuera necesario.

- Colocar 2 piezas superiores sujeción cristal con tuerca autoblocante M4 y arandela M4 ala ancha.
- Limpiar el cristal con alcohol y pegar el parasol vinilo en la parte superior.
- Impregnar con agua jabonosa, quitar la protección de la parte posterior y pegar en el cristal usando las 3 paletinas para sacar el aire y el agua.
- Poner masilla Krafft en los bordes del marco.
- Pegar el cristal y sujetar con 2 piezas en la parte de abajo, comunes a las superiores.

d. Colocar ventana.

Tornillos allen 8x80 inoxidable.

Arandelas M8 (una a cada lado).

Tuerca autoblocante M8.

e. Colocar cierre ventana.

Tornillo hexagonal M6x15, arandela M6, pieza inoxidable, arandela M6 ala ancha, ventana, arandela M6 y tuerca M6 autoblocante.

f. Colocar amortiguadores en ventana y puerta.

Ventana: 2 amortiguadores 15 kg.

Puerta: 1 amortiguador 15 kg.

Amortiguador: 4 arandelas, 1 a cada lado del amortiguador y en los dos lados, y 2 tuercas M8 autoblocantes, 1 a cada lado.

g. Colocar chapa gatera, la percha, el posavasos, el soporte del extintor y el extintor.

Chapa gatera: 4 remaches Ø5.

Percha: 2 remaches Ø5.

Posavasos: 2 remaches Ø5.

Soporte extintor: 2 tornillos rosca-chapa M5x20.

h. Colocar suelo.

- Pegar suelo de goma a la chapa.

- Sujetar la chapa con un tornillo M10x25 cabeza hexagonal y arandela ala ancha M10.

i. Colocar aire acondicionado tipo B2200 (solo para modelos que lo incluyan).

- Soporte mando aire acondicionado.

- 2 tornillos M4x10 cabeza alomada Philips.

- 2 arandelas M4.

4. PUESTO:

a. Colocar cristales.

- Limpiar cristales.

- 8 piezas en u sin tornillo: + tornillo cabeza plana M4x10 que va roscado al perfil.

- 16 piezas en u con tornillo soldado: + arandela M4 ala ancha y tuerca M4 autoblocante

b. Sellar los cristales.

c. Colocar el embellecedor.

- Goma adhesiva 8 mm de espesor, longitud 1005 mm.
- 4 tornillos cabeza alomada M4x30 philips.
- 4 arandela M4 ala ancha.
- 4 tuercas M4 autoblocantes.

d. Colocar goma en ventana de la puerta

- Longitud 2680 mm.

e. Colocar cristal puerta.

f. Colocar junquillo puerta.

- Junquillo debe empezar y terminar igual que la goma del cristal.
- Longitud 2680 mm.

5. PUESTO:

a. Colocar parrilla.

1 tornillo M10x20 hexagonal a la derecha, arandela M10 donde la cabeza del tornillo y tuerca M10 normal en medio.

1 tornillo M10x15 hexagonal, arandela M10 donde la cabeza del tornillo y arandelas M10 completando el hueco entre la parrilla y la cabina.

b. Colocar chapa parasol (porta-planos).

4 tornillos punta broca 4.8x19.

c. Colocar bastidor.

6 arandelas M8 y 6 tuercas M8 normales.

d. Poner punteras a la instalación eléctrica de la cabina y conectarla.

e. Colocar enchufes 110V, 230V y etiquetas de identificación.

f. Colocar y comprobar brazos limpia.

Brazo paralelo normal y escobilla 500 mm. Tuercas normales M8 que vienen con el motor limpia y cambiar las arandelas de freno por arandelas de freno de estrella M8.

g. Montar cerraja a la puerta del armario.

h. Colocar la puerta del armario.

i. Colocar cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50 y limpiacristales.

Cables sueltos: 3x1.5 de longitud 1300 mm y 4x2.5 de longitud 450 mm.

En una bolsa: 4 tornillos cabeza hexagonal M14x50, 8 arandelas M14 y 4 tuercas autoblocantes M14.

j. Limpiar todo y repintar lo que haga falta.

k. Protocolo de ensayo.

CABINA 11LC:

PREMONTAJES:

a. Preparar instalación de agua.

Tubos: Ø6 longitud 1500 mm.

Ø3 longitud 1200 mm.

Ø3 longitud 2500 mm (solo para la LCL).

Ø3 longitud 150 mm.

b. Preparar instalación eléctrica.

Cables: Motor superior 2x1.5, longitud 4500 mm.

Motor inferior 2x1.5, longitud 3600 mm.

Radio

Luz cabina 2x1.5, longitud 800 mm.

Motor bomba limpia 2x1.5, longitud 7500 mm.

Cable de tres hilos 4x2.5, longitud 3000 mm.

c. Preparar el bastidor.

Ver archivo de Word “Cables bastidor 11LC”.

1. PUESTO:

a. Verificar y retocar la masilla y la pintura. Limpiar el polvo.

b. Cortar el tapizado de la cabina y de la puerta.

La cabina 11LC XL o LCL XL lleva tapizado grueso y plantillas especiales.

c. Tapizar la cabina.

d. Colocar la goma F-175.

Pegar los extremos con loctite.

e. Tapizar la puerta.

f. Colocar la puerta.

Tornillos allen 8x80 inoxidable.

Arandelas M8 (una a cada lado).

Tuerca autoblocante M8.

g. Colocar la tapa trampilla del hueco del aire acondicionado.

4 tornillos allen 6x20 y 4 arandelas ala ancha M6.

h. Poner la visera.

3 arandelas M5 y 3 tuercas autoblocantes M5.

2 tornillos cabeza alomada 4x10.

4 arandelas M4 (2 para cada tornillo, 1 a cada lado)

2 tuercas autoblocantes M4.

2. PUESTO:

a. Colocar la instalación de agua.

Juego de tubos de agua preparados en el premontaje.

1 derivación en forma de F.

2 surtidores.

b. Colocar la instalación eléctrica.

Juego de cables preparados en el premontaje.

c. Colocar la barra de luz.

2 tornillos cabeza alomada 4x30 philips.

d. Montar la cantimplora.

2 tornillos cabeza hexagonal 6x15.

4 arandelas M6 ala ancha (una a cada lado del tornillo).

e. Montar, conectar y aislar los motores limpia.

Soporte motor superior con 4 arandelas M8 y 4 tuercas M8 autoblocantes.

Motor superior limpia 12 voltios con 2 arandelas M8 estrella.

Motor inferior limpia 12 voltios con 2 arandelas M8 estrella y 1 embellecedor.

Cinta termorretractil.

f. Colocar chapas z silentblock.

4 arandelas M4 cincadas (2 en cada chapa).

4 tuercas M4 normales (2 en cada chapa).

g. Colocar anagrama Linden Comansa.

Anagrama centrado en el panel derecho según está sentado en la cabina.

3. PUESTO:

a. Colocar la radio, el estabilizador de 12V, el altavoz y la antena.

Radio: 4 tornillos M6.

Estabilizador: Montado según patrón.

Altavoz: 4 tornillos rosca-chapa 5x20 y rejilla.

Antena

b. Colocar instalación 461.

12 tornillos cabeza alomada M4x20 philips.

c. Montar la manilla, la cerraja de la puerta, el bulón de la cerraja y colgar las llaves.

Manilla: 3 tornillos allen 6x10.

Cerraja: 2 tornillos gota sebo M8x40, 2 arandelas M8 ala ancha y 2 tuercas autoblocantes M8.

Bulón: Arandela M12 y tuerca M12 autoblocante.

Juego de llaves colgadas con una brida.

d. Montaje ventana.

- Limpiar el marco y retocar si fuera necesario.
- Colocar 2 piezas superiores sujeción cristal con tuerca autoblocante M4 y arandela M4 ala ancha.
- Limpiar el cristal con alcohol y pegar el parasol vinilo en la parte superior.
- Impregnar con agua jabonosa, quitar la protección de la parte posterior y pegar en el cristal usando las 3 paletinas para sacar el aire y el agua.
- Poner masilla Krafft en los bordes del marco.
- Pegar el cristal y sujetar con 2 piezas en la parte de abajo, comunes a las superiores.

e. Colocar ventana.

Tornillos allen 8x80 inoxidable.

Arandelas M8 (una a cada lado).

Tuerca autoblocante M8.

f. Colocar cierre ventana.

Tornillo hexagonal M6x15, arandela M6, pieza inoxidable, arandela M6 ala ancha, ventana, arandela M6 y tuerca M6 autoblocante.

g. Colocar amortiguadores en ventana y puerta.

Ventana: 2 amortiguadores 15 kg.

Puerta: 1 amortiguador 15 kg.

Amortiguador: 4 arandelas, 1 a cada lado del amortiguador y en los dos lados, y 2 tuercas M8 autoblocantes, 1 a cada lado.

h. Colocar chapa gatera, la percha, el posavasos, el soporte del extintor y el extintor.

Chapa gatera: 4 remaches Ø5.

Percha: 2 remaches Ø5.

Posavasos: 2 remaches Ø5.

Soporte extintor: 2 tornillos rosca-chapa M5x20.

i. Colocar aire acondicionado tipo B2200 (solo para modelos que lo incluyan).

- Soporte mando aire acondicionado.
- 2 tornillos M4x10 cabeza alomada Philips.
- 2 arandelas M4.

4. PUESTO:

a. Colocar cristales.

- Limpiar cristales.
- 8 piezas en u sin tornillo: + tornillo cabeza plana M4x10 que va roscado al perfil.
- 16 piezas en u con tornillo soldado: + arandela M4 ala ancha y tuerca M4 autoblocante

b. Sellar los cristales.

c. Colocar el embellecedor.

- Goma adhesiva 8 mm de espesor, longitud 1280 mm.
- 4 tornillos cabeza alomada M4x30 philips.
- 4 arandela M4 ala ancha.

- 4 tuercas M4 autoblocantes.

d. Colocar goma en ventana de la puerta

- Longitud 2680 mm.

e. Colocar cristal puerta.

f. Colocar junquillo puerta.

- Junquillo debe empezar y terminar igual que la goma del cristal.

- Longitud 2680 mm.

5. PUESTO:

a. Colocar suelo.

- Pegar suelo de goma a la chapa.

- Sujetar la chapa con un tornillo M10x25 cabeza hexagonal y arandela ala ancha M10.

b. Colocar parrilla.

1 tornillo M10x20 hexagonal a la derecha, arandela M10 donde la cabeza del tornillo y tuerca M10 normal en medio.

1 tornillo M10x15 hexagonal, arandela M10 donde la cabeza del tornillo y arandelas M10 completando el hueco entre la parrilla y la cabina.

c. Colocar chapa parasol (portaplanos).

4 tornillos punta broca 4.8x19.

d. Colocar bastidor.

6 arandelas M8 y 6 tuercas M8 normales.

e. Poner punteras a la instalación eléctrica de la cabina y conectarla.

f. Colocar enchufes 110V, 230V y etiquetas de identificación.

g. Colocar y comprobar brazos limpia.

Brazo paralelo normal y escobilla 500 mm. Tuercas normales M8 que vienen con el motor limpia y cambiar las arandelas de freno por arandelas de freno de estrella M8.

h. Montar cerraja a la puerta del armario.

i. Colocar la puerta del armario.

j. Colocar cables sueltos, metacrilato, tornillos 14x50 y limpiacristales.

Cables sueltos: 3x1.5 de longitud 1300 mm y 4x2.5 de longitud 450 mm.

En una bolsa: 4 tornillos hexagonal M14x50, 8 arandelas M14 y 4 tuercas autoblo. M14.

k. Limpiar todo y repintar lo que haga falta.

l. Protocolo de ensayo.

8. CÓDIGO DEL PROGRAMA

Al clicar en el botón inicio se abre la primera ventana de opciones:

```
Sub iniciar_programa()  
UserForm1.Show  
End Sub
```

Dentro de esa ventana tenemos el siguiente código. La primera parte pertenece al primer botón de la ventana y la segunda parte al segundo botón. Se puede leer el nombre del botón en la orden.

```
Private Sub Entradadematerial_Click()  
Sheets("Inventario general").Select  
End Sub
```

```
Private Sub Salidadecabinas_Click()  
Unload UserForm1  
UserForm2.Show  
End Sub
```

Con el segundo botón se abre otra ventana con cinco botones. Cada botón tiene el siguiente código.

```
Private Sub cabina11LC_Click()  
Sheets("Calculos").Select  
Range("D2").Select  
Selection.Copy  
Range("F2").Select  
ActiveSheet.Paste  
Range("F5").Select  
Application.CutCopyMode = False  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-3]C+R[-1]C"  
Range("F5").Select  
Selection.Copy
```

```
Range("D5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("D2").Select
ActiveSheet.Paste
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Inventario general").Select
End Sub
```

En esta primera parte del código se restan al inventario general las piezas pertenecientes a la cabina 11LC y se aumenta en uno la cantidad de cabinas fabricadas.

```
Private Sub cabina11NT_Click()
    Sheets("Calculos").Select
    Range("A2").Select
    Selection.Copy
    Range("C2").Select
    ActiveSheet.Paste
    Range("C5").Select
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-3]C+R[-1]C"
    Range("C5").Select
    Selection.Copy
    Range("A5").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
```

```
Range("A2").Select  
ActiveSheet.Paste  
ActiveSheet.Paste  
Application.CutCopyMode = False  
Sheets("Inventario general").Select  
End Sub
```

Este Segundo fragmento de código es como el primero pero referido a la cabina 11NT.

```
Private Sub Inicializar11LC_Click()  
    Sheets("Calculos").Select  
    Range("D2").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Sheets("Inventario general").Select  
End Sub
```

En este parte del código se inicializa a cero el número de cabinas 11LC fabricadas, por lo tanto, en la hoja inventario general la columna “cantidad” se igualará a la columna “restantes”.

```
Private Sub Inicializar11NT_Click()  
    Sheets("Calculos").Select  
    Range("A2").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Sheets("Inventario general").Select  
End Sub
```

Aquí se realiza lo mismo que en el fragmento de código anterior pero para el modelo 11NT.

```
Private Sub Volver_Click()  
    Unload UserForm2  
    UserForm1.Show  
End Sub
```

Esta última parte de código sirve para volver a la primera ventana y cerrar la segunda.

9. COSTE CABINAS

CABINA 11LC SIN AIRE ACONDICIONADO:

- Coste de los materiales necesarios para fabricar la estructura de la cabina:

Coste materiales cabina	Kilogramos	€/Kg	Subtotal
Chapa	270,00	0,80	216,00
Perfiles	65,00	2,70	175,50
Total			391,50

- Coste de fabricar la estructura y las piezas de chapa colocadas en el montaje:

Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	Tiempo (min)	Nº operarios	Coste máquina (€/h)	Coste máquina (€/min)	Coste operarios (€/h)	Coste operarios (€/min)	Subtotal máquinas y operarios
CORTE POR LASER	390,00	1,00	76,80	1,28	21,60	0,36	639,60
Piezas estructura	330,00						
Piezas pequeñas	60,00						
PLEGADO	61,27	1,00	4,40	0,07	21,60	0,36	26,55
Suelo	3,33						
Panel lateral	1,67						
Techo	6,67						
Armario eléctrico	2,50						
Trasera	2,50						
Ventana horizontal y vertical	0,67						
Cajón entrada cables	0,61						
Visera	3,33						
Omegas	10,00						
Piezas pequeñas	30,00						
SOLDADURA	390,00	1,00	4,40	0,07	21,60	0,36	169,00
PINTURA	160,00	1,00	68,40	1,14	21,60	0,36	240,00
MONTAJE	480,00	4,00			21,60	0,36	691,20
TOTALES (maq. y oper.)							1766,35

- Coste de las piezas compradas al exterior y que se colocan en el montaje:

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
2910549	Tubo de agua Ø6	3,5	m	0,405	1,42
2910543	Tubo de agua Ø3	1,35	m	0,3	0,41
CAB01	Cable 2x1,5	16,4	m	0,9	14,76
CAB02	Cable ventilador (calefactor) 3x1,5	3	m	1	3,00
CAB03	Cable de tres hilos 4x2,5	3	m	1,3	3,90
20021	Chapa con pletina soldada	1		0	0,00
10000779	Transformador 2,8 KVA	1		185,8	185,80
TOR16	Tornillo allen M8x15	4		0,11	0,44
AR11	Arandela M8 ala ancha	4		0,04	0,16
139367	Base metálica HDC-32A-SBU-2M25G	1		15,67	15,67
139368	Base clavija HDC-HA-16-MT	1		7,06	7,06
139369	Base hdcha 16MT 17-32	1		7,06	7,06
TOR17	Tornillo M4x15 cabeza alomada philips	5		0,05	0,25
70432	Disyuntor magnetotérmico 6-10A	1		53,4	53,40
18250	Interruptor C60N Curva C 1P 10A	2		6,18	12,36
130757	Portafusible 1P 25A 8,5x31,5	3		2,59	7,77
86061	Fusible Dyfus ZR-00 10A Clase GG	1		0,24	0,24
86064	Fusible Dyfus ZR-00 25A Clase GG	1		0,24	0,24
86060	Fusible Dyfus ZR-00 6A Clase GG	1		0,29	0,29
12747	Puente rectificador 25A 500V	1		2,83	2,83
68551	Borna ZDU-4-2	17		0,5989	10,18
68552	Borna de tierra ZPE-4-2	2		1,9015	3,80

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
38253	Puente ZQV-4-2	7		0,2263	1,58
14500	Tope lateral	1		0,4477	0,45
11829	Base adhesiva 30x30 natural	9		0,17	1,53
	Numeros de bornas (L1,L2,L3,0,0...) y unex	10		0,3	3,00
	Pegatinas nombres magnetotermicos	6		0,3	1,80
20006	Bridas	4		0,01	0,04
CAB04	Cable 1x1,5 negro	14,06	m	0,18	2,53
CAB05	Cable 1x1,5 rojo	0,5	m	0,18	0,09
CAB06	Cable 1x4 negro	2,07	m	0,42	0,87
CAB07	Cable 1x1,5 tierra	1,985	m	0,18	0,36
CAB08	Cable 1x2,5 tierra	0,82	m	0,26	0,21
CAB09	Cable 1x4 azul	0,3	m	0,42	0,13
CAB10	Cable 1x4 blanco	0,3	m	0,42	0,13
TOR01	Tornillo hexagonal M10x60	1		0,28	0,28
AR01	Arandela M10 ala ancha	4		0,105	0,42
SIL01	Silicona Simson blanca	1		8,76	8,76
TA001	Planchas tapizado	2,5		43,348	108,37
F175P	Goma F-175	8,06	m	5,8	46,75
10200	Puerta	1		0	0,00
TOR03	Tornillo allen M8x80	4		0,32	1,28
AR03	Arandela M8	32		0,0193	0,62
T01	Tuerca M8 autoblocante	16		0,02	0,32
20001	Desviación en forma de F	1		0,45	0,45
6020069	Surtidor	2		1,05	2,10
PHIFA306	Barra de luz fluorescente	1		12,19	12,19
TOR04	Tornillo M4x30 cabeza alomada philips	6		0,06	0,36
11374412B00	Motor limpia 12 voltios	2		45,83	91,66
AR07	Arandela M8 estrella	4		0,06	0,24
10106	Soporte motor (del motor superior)	1		0	0,00
10361	Embellecedor motor inferior	1		0	0,00
20007	Cinta termoretractil	0,02	m	1,8	0,04
20023	Radio-CD	1		64,09	64,09
TOR18	Tornillo hexagonal M5x15	4		0,05	0,2
AR12	Arandela M5 ala ancha	4		0,007	0,028
11709	Tapa techo panoramico	1		0	0,00
TOR02	Tornillo allen M6x16	4		0,05	0,20
AR02	Arandela M6 ala ancha	9		0,03	0,27
5420189	Cantimplora agua	1		17,9	17,90
TOR05	Tornillo hexagonal M6x15	2		0,05	0,10
MWMK1200100	Adaptador (estabilizador)	1		8,54	8,54
272TSP-401	Altavoz	1		6,23	6,23
10152	Chapas z silentblock	2		0	0,00
AR04	Arandela M4	8		0,005	0,04
T03	Tuerca M4	4		0,01	0,04
1407P6046	Instalación 461	1		259	259,00
TOR19	Tornillo M4x20 cabeza alomada philips	12		0,055	0,66
T02	Tuerca M8 normal	6		0,03	0,18
PUNT01	Puntera 1x1,5	34		0,0263	0,89
PUNT02	Puntera horquilla 2,5	5		0,0667	0,33
PUNT03	Puntera horquilla de 6	2		0,104	0,21
PUNT04	Puntera 1x4	4		0,045	0,18
PUNT05	Puntera phaston 6	4		0,0578	0,23
PUNT06	Puntera 2x1,5	9		0,0532	0,48
PUNT07	Puntera masa 2,5/10	2		0,0586	0,12
PUNT08	Puntera 2x2,5	1		0,0569	0,06
20003	Enchufe 110V	2		1,93	3,86
20004	Enchufe 230V	1		4,16	4,16
20005	Caja donde van los enchufes	1		2,33	2,33
1408P30684	Pegatina de identificación de 110V	1		0,6	0,60
1408P30685	Pegatina de identificación de 230V	1		0,6	0,60
958000020	Bulón	1		0	0,00

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
AR06	Arandela M12	1		0,0593	0,06
T06	Tuerca M12 autoblocante	1		0,05	0,05
HA5800183	Manilla	1		8,92	8,92
TOR07	Tornillo allen M6x10	3		0,04	0,12
HA6000599	Cerraja	1		8,15	8,15
TOR08	Tornillo gota sebo M8x40	2		0,1	0,20
HA6000600	Juego llaves	1		1,2	1,20
00401255	Antena	1		6,4	6,40
10093	Visera LC	1		0	0,00
20008	Goma adhesiva de 6 mm	1,28	m	4,6	5,89
AR05	Arandela M5	3		0,0064	0,02
T04	Tuerca M5 autoblocante	3		0,007	0,02
TOR06	Tornillo M4x10 cabeza alomada philips	10		0,04	0,40
T05	Tuerca M4 autoblocante	26		0,0066	0,17
10197	Marco ventana LC	1		0	0,00
.0403	Cristal ventana LC	1		31,96	31,96
20012	Parasol vinilo LC	1,24	m	7,5	9,30
10797	Cierre ventana	1		0	0,00
TOR05	Tornillo hexagonal M6x15	1		0,0489	0,05
AR09	Arandela M6	2		0,0129	0,03
T07	Tuerca autoblocante M6	1		0,0074	0,01
12814200	Amortiguador 15 Kg	3		4,45	13,35
.0401-IZ	Cristal lateral izquierdo superior	1		35,01	35,01
.0402-IZ	Cristal lateral izquierdo inferior	1		30,81	30,81
.0401-DE	Cristal lateral derecho superior	1		35,01	35,01
.0402-DE	Cristal lateral derecho inferior	1		30,81	30,81
.0405	Cristal curvo inferior LC	1		113,8	113,80
20009/1	Pieza sujeción cristales metálica	8		0,9	7,20
20010/1	Pieza sujeción cristales metálica con tornillo soldado	20		1,4	28,00
20009/2	Pieza sujeción cristales plástico	28		0,9	25,20
AR08	Arandela M4 ala ancha	24		0,0136	0,33
E0C04070A00100	Goma en marco cristal de la puerta	2,68	m	1,35	3,62
128	Cristal puerta	1		19,8	19,80
E0C01057A00100	Junquillo en marco cristal de la puerta	2,68	m	0,32	0,86
10136	Embellecedor LC	1		0	0,00
20011	Goma adhesiva de 8 mm de espesor	1,28	m	4,9	6,27
MAS01	Masilla Krafft poliuretano rápido K1	5		15,34	76,70
20013	Anagrama Linden Comansa	1		35	35,00
10195	Suelo de goma LC	1		25,85	25,85
10187	Suelo desmontable (chapa) LC	1		17,2	17,20
TOR10	Tornillo hexagonal M10x25	3		0,17	0,51
10204	Parrilla LC	1		0	0,00
TOR11	Tornillo hexagonal M10x20	1		0,1615	0,16
TOR12	Tornillo hexagonal M10x15	1		0,1868	0,19
AR10	Arandela M10	3		0,0376	0,11
T08	Tuerca M10	1		0,0584	0,06
11107	Chapa gatera	1		0	0,00
10205	Colgador (perchero)	1		0	0,00
10161	Botellero	1		0	0,00
REM01	Remache Ø5 mm	8		0,15	1,20
9000101	Extintor	1		16,57	16,57
20014	Soporte extintor	1		0	0,00
TOR13	Tornillo rosca-chapa M5x20 mm	6		0,032	0,19
1230722GA04	Brazo paralelo normal	2		20,93	41,86
1361650GA04	Escobilla 500mm	2		7,22	14,44
10168	Chapa parasol LC	1		0	0,00
TOR14	Tornillo punta broca 4,8x19	4		0,02	0,08
20016	Cables sueltos	1	bolsa	7	7,00
20017	Metacrilato	1		4,2	4,20
TOR15	Tornillo M14x50	1	bolsa	3,8	3,80
20018	Limpia cristales	1		7,4	7,40

REFERENCIA	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE €/m	SUBTOTAL
11320	Puerta armario eléctrico LC	1		0	0,00
HA6028392	Cerraja puerta armario electrico	1		2,6	2,60
20026	soporte calefactor	1		0	0,00
20027	calefactor	1		0	0,00
				TOTAL	1667,24

- Cuadro resumen de todos los costes, precio de venta y margen de beneficio:

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	391,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	1667,24		
TOTAL CABINA LC	3.825,09	4.020,00	5,1%

En los modelos con aire acondicionado el coste de las piezas compradas al exterior es el mismo que en los modelos sin aire pero sumándole el coste del aparato de aire acondicionado que cuesta 815€. Por lo tanto para estos modelos se tienen los mismos costes salvo este último que aumenta en 815€.

CABINA 11LC CON AIRE ACONDICIONADO:

- Cuadro resumen de todos los costes, precio de venta y margen de beneficio:

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	391,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	2482,33		
TOTAL CABINA LC con a/a	4.640,18	4.895,00	5,5%

CABINA 11NT CON AIRE ACONDICIONADO:

- Cuadro resumen de todos los costes, precio de venta y margen de beneficio:

	Coste	PVP	Beneficio
Coste materiales cabina	378,50		
Coste estructura cabina y piezas fabricadas en TERU	1766,35		
Coste materiales del montaje	2390,97		
TOTAL CABINA NT con a/a	4.535,82	4.669,00	2,9%

10. CÁLCULO DEL PERSONAL NECESARIO

La propuesta de 4 personas (1 en premontajes y 3 en la línea de montaje) se detalla a continuación:

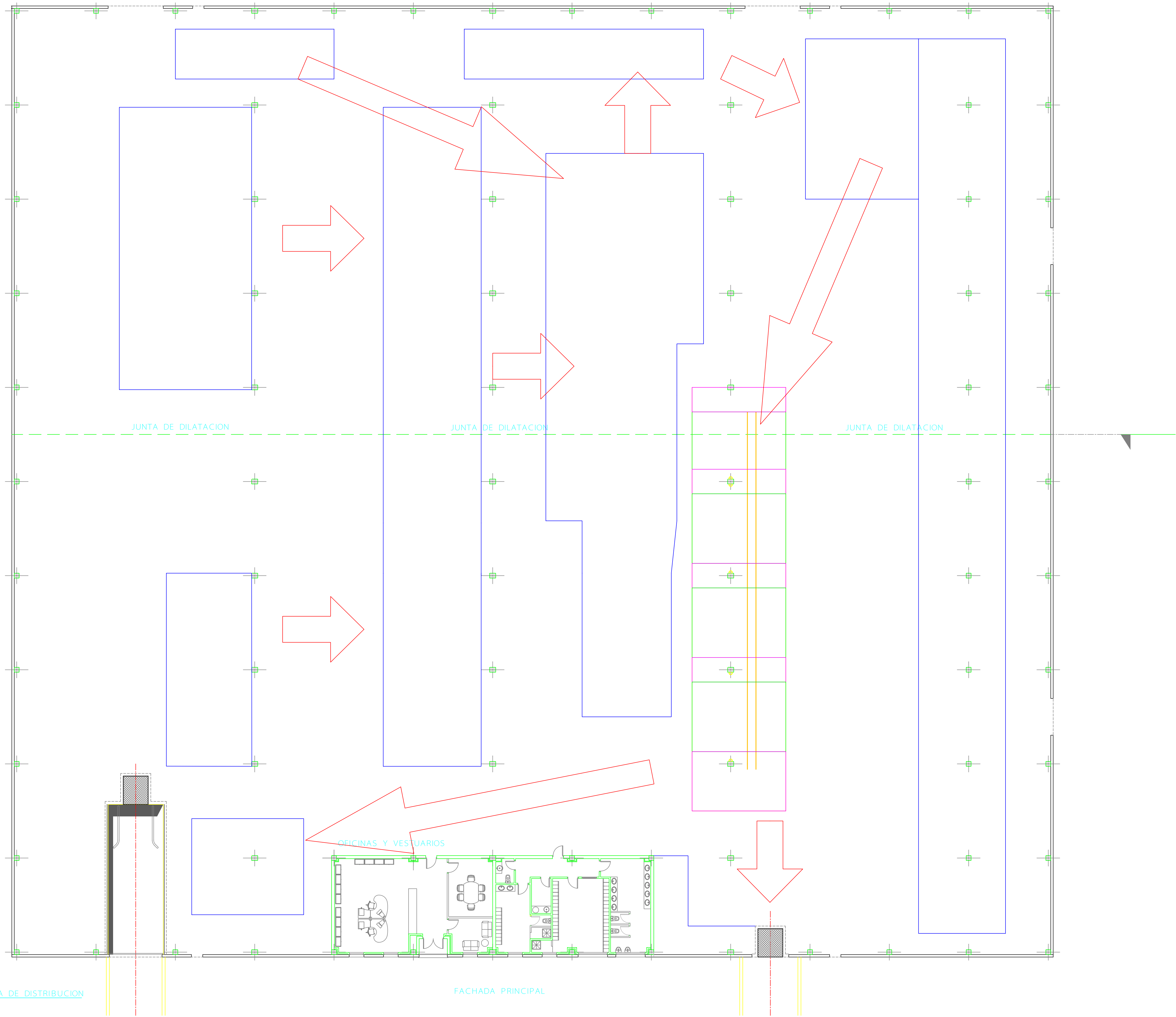
Modelo	Zona	Tiempo total (min)	Personas	min/persona	Tiempo ciclo (h/persona)	Cabinas/semana
11NT	Premontajes	73	1	73	1,22	
11NT	Montajes	370	3	123,33	2,06	19,46
11LC	Premontajes	73	1	73	1,22	
11LC	Montajes	378	3	126	2,10	19,05

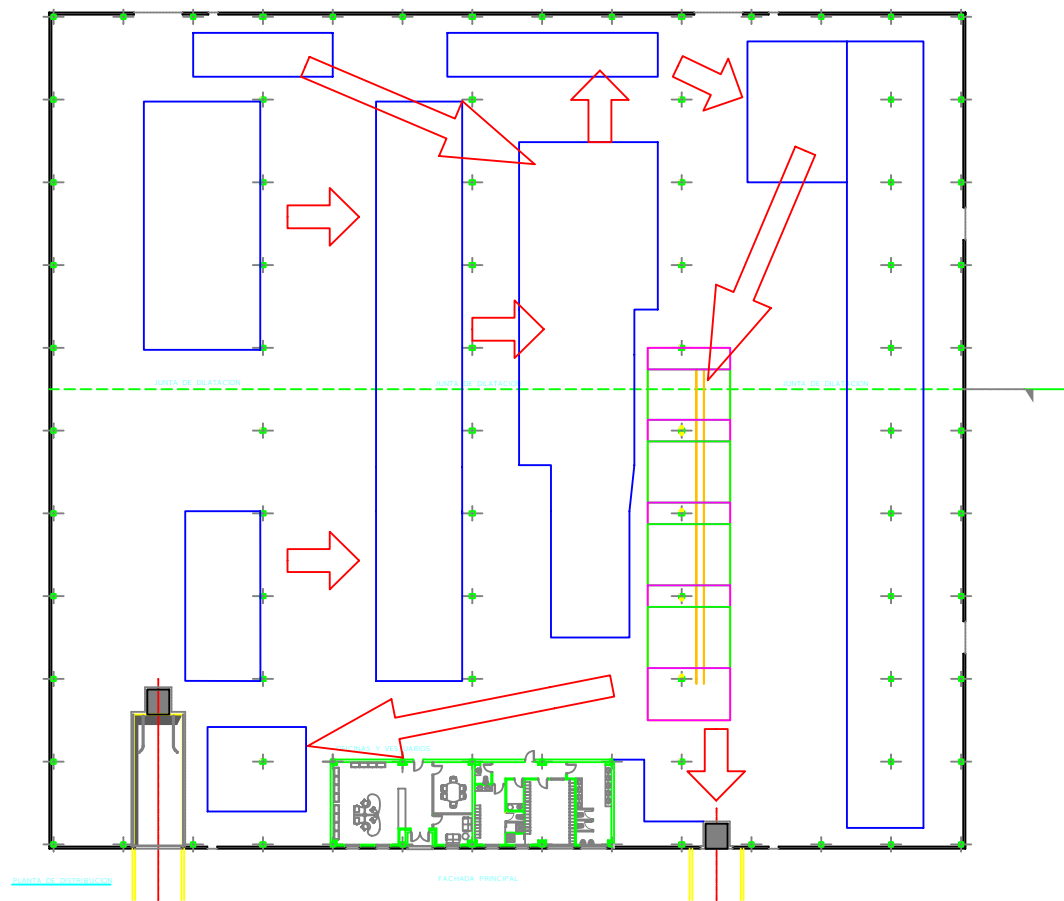
El nivel de ocupación de los operarios y el lugar donde trabajará cada uno se observa en la siguiente tabla:

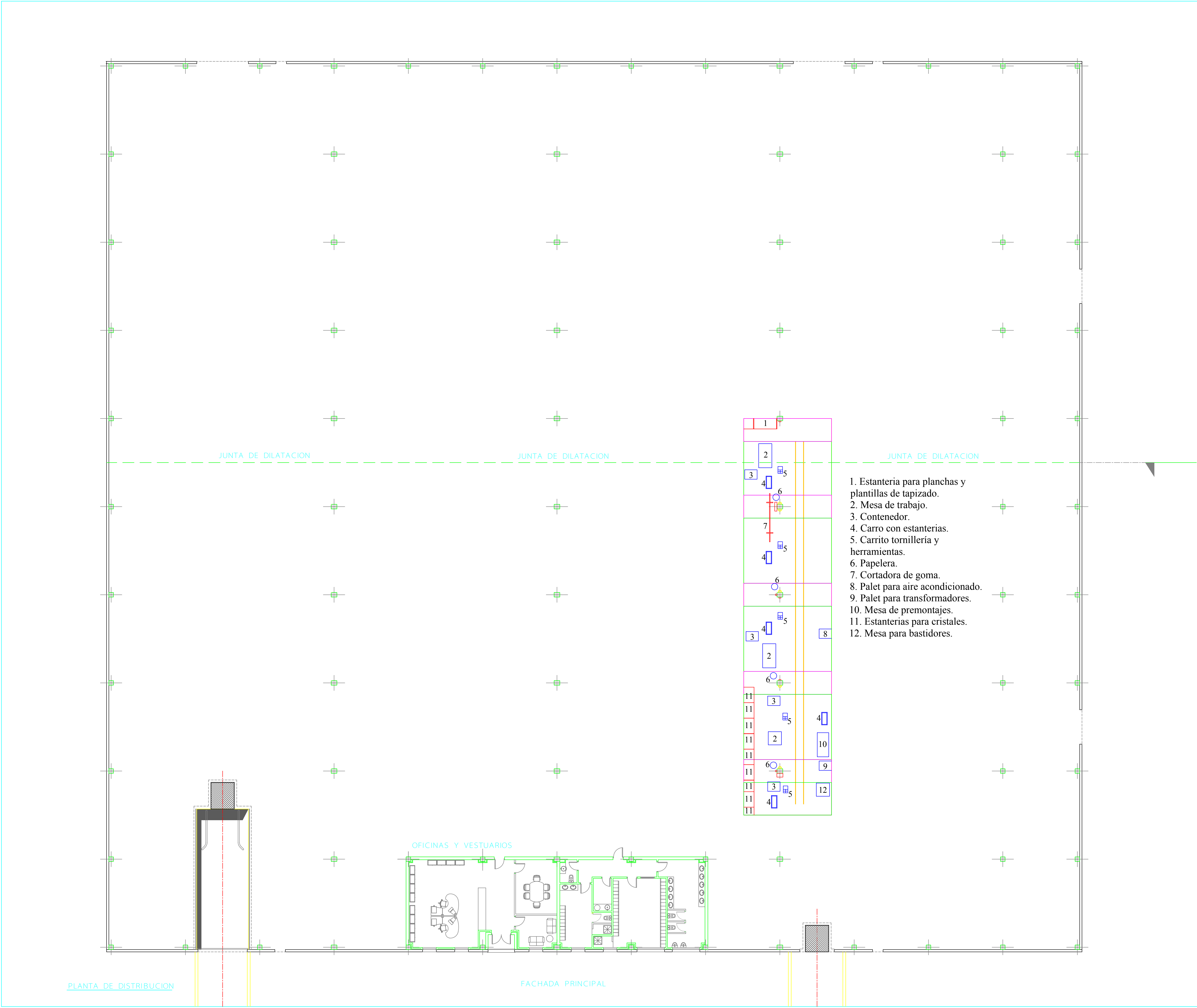
Modelo	Lugar	Tiempo total (min)	Tiempo inactivo (min)	% inactivo	% ocupación
11NT	Premontajes	123,33	50,33	40,81%	59,19%
	E1 y E2	123,33	0	0,00%	100,00%
	E3 y E4	123,33	0	0,00%	100,00%
	E5	123,33	58,33	47,30%	52,70%
11LC	Premontajes	126	53	42,06%	57,94%
	E1 y E2	126	0	0,00%	100,00%
	E3 y E4	126	0	0,00%	100,00%
	E5	126	56	44,44%	55,56%

El tiempo que costaría fabricar dos cabinas con esta distribución es:

Modelo	Cabinas/semana	Tiempo ciclo (h/persona)	Línea llena (h/semana)	Línea vacía (h/semana)
11NT	2	2,06	4,12	6,18
11LC	2	2,10	4,20	6,30

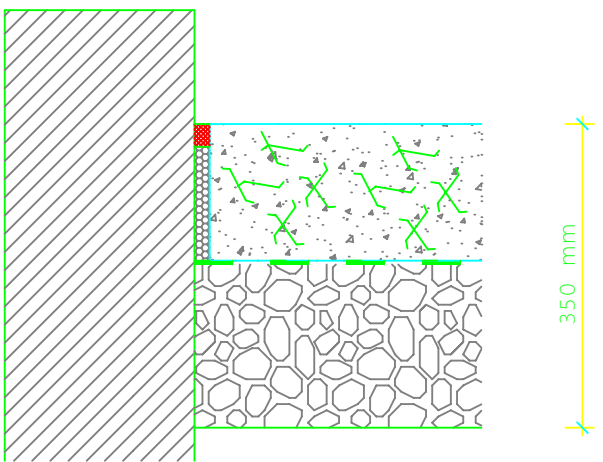




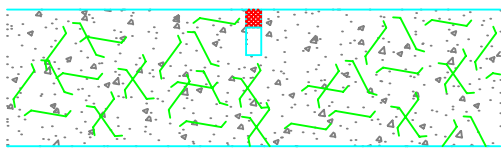


CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN E.H.E						
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO art. 31 y 39	NIVEL DE CONTROL art. 88, 90 y 95	COEFICIENTE PONDERACION		
				γ_c	γ_s	γ_f
HORMIGON	CIMENTACION	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	MUROS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	ZOCALOS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	FORJADOS	HA 25 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	SOLERAS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
ACERO EN ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA					
	CIMENTACION Y MUROS	B 500 S			1,15	
	ZOCALOS	B 500 T			1,15	
	FORJADOS	B 500 S			1,15	
EJECUCION	IGUAL TODA LA OBRA					
	CIMENTACION Y MUROS		NORMAL			1,6
	ZOCALOS		NORMAL			1,6
	FORJADOS		NORMAL			1,6
NOTAS:	UTILIZAR CEMENTO SULFO-RESISTENTE EN CIMENTOS					

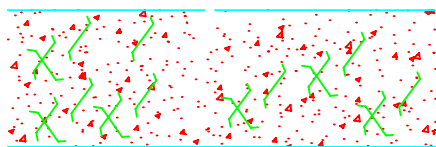
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES						
TIPO DE HORMIGON	ARIDO A EMPLEAR	CEMENTO	CONSISTENCIA	RESISTENC. CARACTERISTICA ESPECIFIC. fck en N/mm2		
	TIPO DE ARIDO	TAMAÑO MAX. EN mm	DESIGNACION INSTRUCCION RC-03	ASIENTO CONO DE ABRANS UNE-83319	a los 7 dias	a los 28 dias
CIMENTOS	MACHACADOS	24	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
MUROS	MACHACADOS	20	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
ZOCALOS	MACHACADOS	20	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
FORJADOS	MACHACADOS	20	CEM II/A-SP 32,5	6-9 cm	17,5	25
SOLERAS	MACHACADOS	20	CEM II/A-SP 32,5	6-9 cm	21	30
NOTAS: ACERO ESTRUCTURAL CALIDAD S 275 JR HORMIGON CIMENTOS Y MUROS: HA-30/B/25/18+Q HORMIGON EN PILARES Y VIGAS: HA-25/B/20/I						



DETALLE JUNTA DE CONTORNO Y COMPOSICION DE SOLERAS



DETALLE JUNTA DE RETRACCION



DETALLE JUNTA DE DILATACION

NAVES INDUSTRIALES DE 6.595 M² SIN USO

POLIGONO INDUSTRIAL "SAN COLOMBAR"
FUNES (NAVARRA)

PLANTA DE SOLERAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

IRUIN
INGENIEROS,S.L.

Avda.ZARAGOZA,105-106cha
C.P. 31009 - AMARIONA
Tfno-948 290167
Fax-948 290201
E-mail-iruini@iruini.com

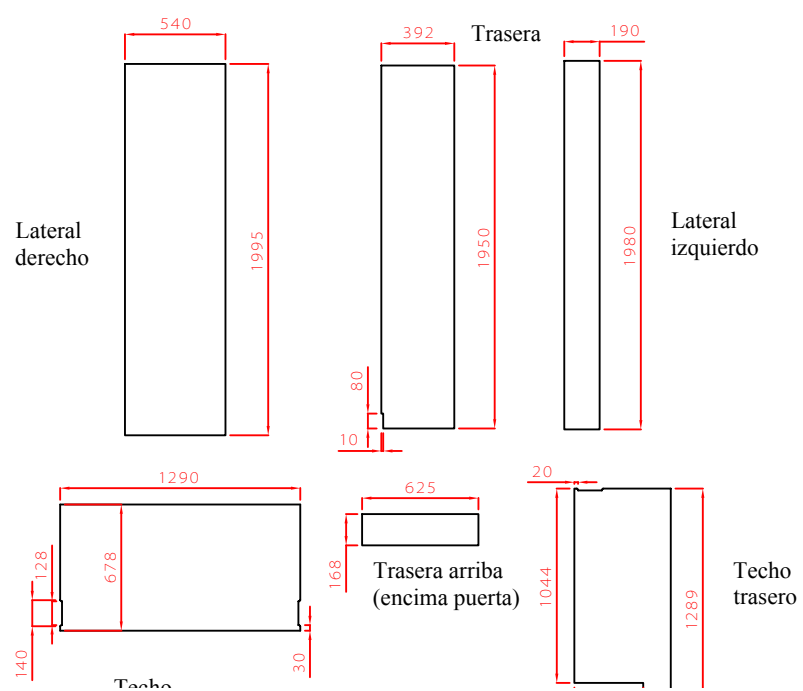
INGENIEROS INDUSTRIALES

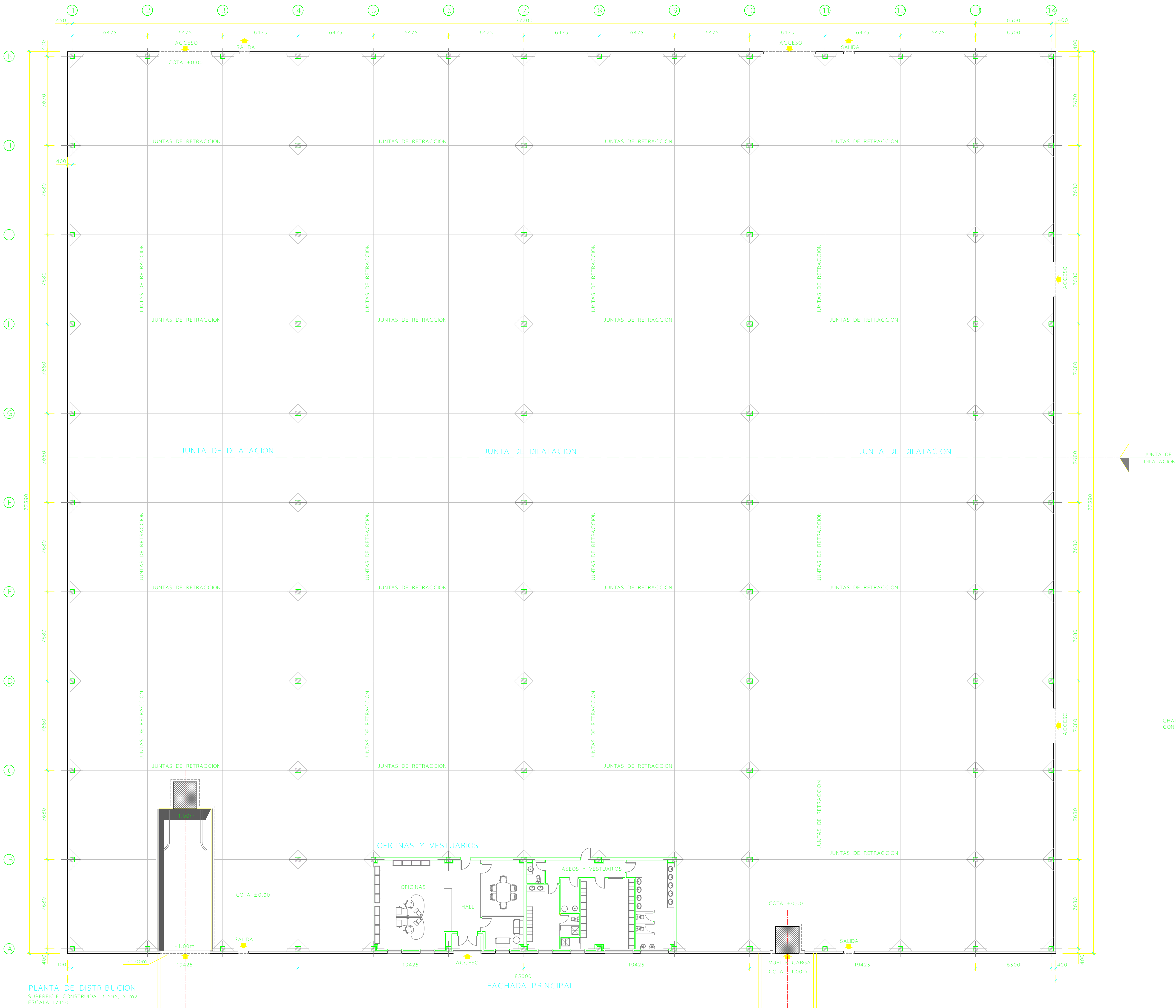


SANTIAGO GARCIA GUERENDIAN
JAVIER URDIALES HUARTE-MENDICOA

ALFREDO Y JUAN CARLOS
RUIZ TURUMBAY

Comansa 11LC



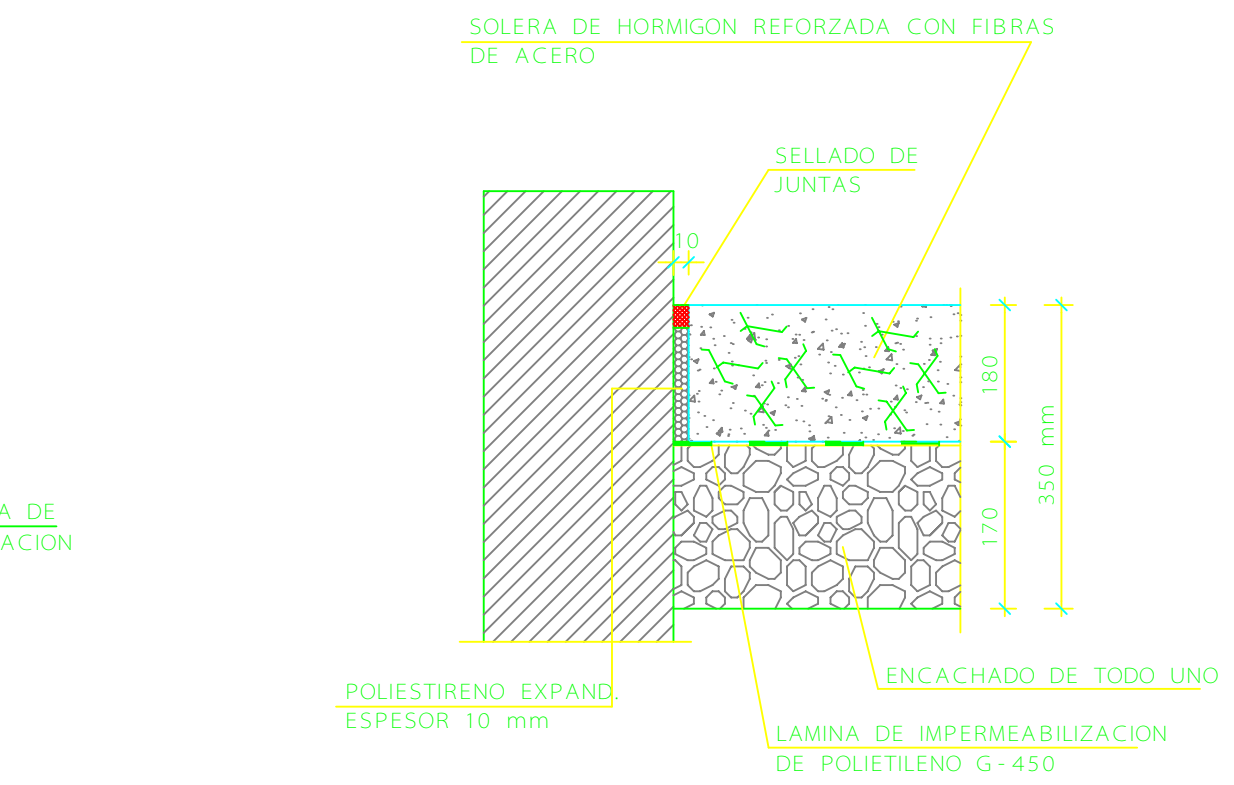


PLANTA DE DISTRIBUCION
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 6.595,15 m2
ESCALA 1/150

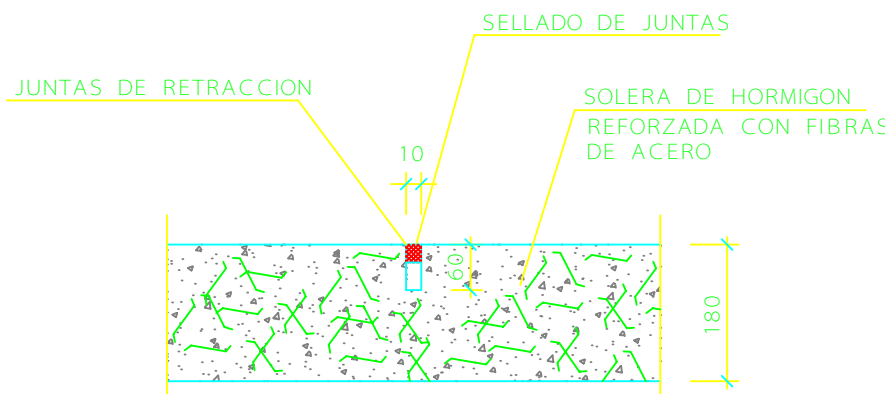
FACHADA PRINCIPAL

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN E.H.E						
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO art. 31 y 39	NIVEL DE CONTROL art. 88, 90 y 95	COEFICIENTE PONDERACION		
HORMIGON	CIMENTACION	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	MUROS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	ZOCALOS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	FORJADOS	HA 25 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
	SOLERAS	HA 30 N/mm2	NORMAL(rot.prob.)	1,5		
ACERO EN ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA					
	CIMENTACION Y MUROS	B 500 S			1,15	
	ZOCALOS	B 500 T			1,15	
	FORJADOS	B 500 S			1,15	
EJECUCION	IGUAL TODA LA OBRA					
	CIMENTACION Y MUROS		NORMAL			1,6
	ZOCALOS		NORMAL			1,6
	FORJADOS		NORMAL			1,6
NOTAS:	SOLERAS		NORMAL			1,6
UTILIZAR CEMENTO SULFO-RESISTENTE EN CIMENTOS						

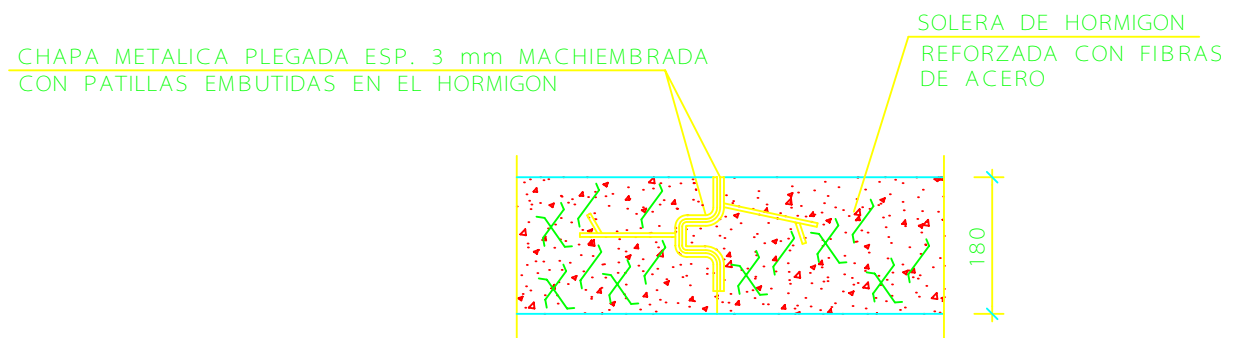
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES						
TIPO DE HORMIGON	ARIDO A EMPLEAR		CEMENTO	CONSISTENCIA	RESISTENC. CARACTERISTICA ESPECIFIC. fck en N/mm2	
	TIPO DE ARIDO	TAMAÑO MAX. EN mm	DESIGNACION INSTRUCCION RC-03	ASIENTO CONO DE ABRAS UNE-83319	a los 7 dias	a los 28 dias
CIMENTOS	MACHACADOS	24	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
	MUROS	20	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
ZOCALOS	MACHACADOS	20	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	21	30
	FORJADOS	20	CEM III/B-SR 32,5	6-9 cm	17,5	25
SOLERAS	MACHACADOS	20	CEM II/A-SP 32,5	6-9 cm	21	30
NOTAS: ACERO ESTRUCTURAL CALIDAD S 275 JR HORMIGON CIMENTOS Y MUROS: HA-30/B/25/18+Q HORMIGON EN PILARES Y VIGAS: HA-25/B/20/I						



DETALLE JUNTA DE CONTORNO Y COMPOSICION DE SOLERAS



DETALLE JUNTA DE RETRACCION



DETALLE JUNTA DE DILATACION
VER SITUACION EN PLANTA

MODIF.	FECHA	DESCRIPCION	SUSTITUYE AL
PROYECTO DE : NAVES INDUSTRIALES DE 6.595 M² SIN USO			
SITUACION : POLIGONO INDUSTRIAL "SAN COLOMBAR" FUNES (NAVARRA)			
PLANO : PLANTA DE SOLERAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS			
IRUIN INGENIEROS,S.L.			PLANO Nº 17
INGENIEROS INDUSTRIALES			REF.22/07
PROMOTOR : ALFREDO Y JUAN CARLOS RUIZ TURUMBAY			ESCALAS 1/15 1/150
SANTIAGO GARCIA GUERENDIAN JAVIER URDIALES HUARTE-MENDICOLA			FECHA SEPT.-2007